

TESINA D'ESPECIALITAT

Títol

**OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURAS
ESPAÑOLAS DE TRANSPORTE DE MEDIA Y LARGA
DISTANCIA**

Autor/a

Albert Feu Solanelles

Tutor/a

Andrés Lopez Pita

Departament

Infraestructura del Transport i del Territori

Intensificació

Transports

Data

Junio 2016

OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURAS ESPAÑOLAS DE TRANSPORTE DE MEDIA Y LARGA DISTANCIA

Autor: Albert Feu Solanelles

Tutor: Andrés Lopez Pita

Resumen

En esta tesina, enmarcada en el sector del transporte tanto público como privado para pasajeros de larga distancia, se cuestionará el encaje de las múltiples infraestructuras del Estado en el horizonte del año 2026, fecha en que se supone que todas las vías destinadas al transporte ferroviario de alta velocidad estarán operativas en todo el Estado español.

Actualmente en España hay una amplia red de carreteras, autovías y autopistas que unen las ciudades y pueblos del país y que están destinadas exclusivamente a los automóviles, de manera que cualquier ciudadano pueda desplazarse en vehículo privado o en transporte público por prácticamente toda la geografía. Asimismo existen también 37 aeropuertos en las 17 comunidades de la península, destinados a acoger los viajeros de largas distancia, ya sean en rutas nacionales como internacionales.

Cuando el AVE esté operativo en todo el país y llegue a todas las comunidades tal y como está previsto, puede producirse una situación delicada en las distintas infraestructuras de transporte. La infrautilización de las diferentes infraestructuras de transporte puede ocasionar problemas económicos importantes a las arcas del Estado ya que el mantenimiento de estas, sin un uso generalizado, genera costes muy elevados.

Entre los distintos modos de transporte debe existir la complementariedad, de manera que no haya competencia entre unos y otros. Esta es la única manera de que las infraestructuras sean rentables tanto a nivel económico como social. Desde esta idea inicial de complementariedad y evitar la competencia se enfocará esta tesina en la que se propondrá una solución de manera que se produzca un buen encaje entre los distintos modos de transporte.

OPTIMIZATION OF SPANISH INFRAESTRUCTURAS TRANSPORT FOR MIDDLE AND LONG DISTANCE

Author: Albert Feu Solanelles

Tutor: Andrés Lopez Pita

Summary

In this thesis, framed in the field of public and private for long-distance passenger transport, multiple state infrastructures will be questioned on the horizon of 2026, when it is assumed that all avenues aimed rail transport high speed will be operational throughout the Spanish State.

Nowadays in Spain there is a wide network of highways, expressways and highways linking the cities and towns of the country which are exclusively for cars, so that any citizen can travel by private car or public transport virtually the entire geography. There are also 37 airports in the 17 communities of the peninsula, intended to accommodate long distance travelers, whether on domestic and international routes.

When the AVE will be operational across the country and will reach all communities as it's planned, a delicate situation might occur in the various transport infrastructures. The underutilization of the different transport infrastructures can cause significant economic problems to the state coffers as the maintenance of these, without widespread use, generates very high costs.

Among the various modes of transport must exist complementary, so there is no competition between them. This is the only way infrastructures are profitable both economically and socially. From this initial idea of complementarity and avoid competition I developed this thesis, in which will be focus in a good solution so that different modes of transport work together for the Spain's profit.

ÍNDICE

1	Objetivo y alcance de la tesina.....	12
2	Descripción distintos modos de transporte.....	13
2.1	Automóvil:	13
2.2	Avión.....	17
2.2.1	Clasificación aeropuertos	21
2.3	Transporte ferroviario de alta velocidad	27
2.3.1	Características especiales líneas de alta velocidad ferroviaria	28
2.3.2	Inicios TAV.....	35
2.3.3	Alta velocidad en Europa	36
2.3.4	Alta velocidad española (AVE).....	37
2.3.5	Ventajas alta velocidad.....	39
3	Optimización de las infraestructuras de transporte españolas.....	40
3.1	Consideraciones previas líneas de AVE.....	40
3.1.1	Hipótesis 1.....	40
3.1.2	Hipótesis 2.....	40
3.1.3	Hipótesis 3.....	41
3.1.4	Resultado de las hipótesis	41
3.2	Consideraciones previas optimización final.....	42
3.2.1	Hipótesis 1.....	42
3.2.2	Hipótesis 2.....	42
3.3	Reducción número de aeropuertos	43
3.3.1	Aeropuertos económicamente viables y con una situación estratégica geográficamente.	45
3.3.2	Tráfico de pasajeros después de cierre aeropuertos	47
4	Resultado de la optimización por comunidades	48
4.1	Castilla y León	48
4.1.1	Infraestructuras.....	49
4.1.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	51
4.2	Andalucía	51
4.2.1	Infraestructuras.....	52
4.2.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	54
4.3	Castilla la Mancha.....	54
4.3.1	Infraestructuras.....	55
4.3.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	56

4.4	Aragón.....	57
4.4.1	Infraestructuras.....	58
4.4.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	59
4.5	Extremadura	60
4.5.1	Infraestructuras.....	60
4.5.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	61
4.6	Catalunya.....	62
4.6.1	Infraestructuras.....	63
4.6.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	64
4.7	Galicia	65
4.7.1	Infraestructuras.....	65
4.7.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	67
4.8	Comunidad Valenciana	67
4.8.1	Infraestructuras.....	68
4.8.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	69
4.9	Región de Murcia.....	70
4.9.1	Infraestructuras.....	71
4.9.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	71
4.10	Principado de Asturias	72
4.10.1	Infraestructuras.....	72
4.10.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	73
4.11	Comunidad Foral de Navarra	73
4.11.1	Infraestructuras.....	74
4.11.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	74
4.12	Comunidad de Madrid.....	74
4.12.1	Infraestructuras.....	75
4.13	País Vasco	75
4.13.1	Infraestructuras.....	76
4.13.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	77
4.14	Cantabria	78
4.14.1	Infraestructuras.....	78
4.14.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	78
4.15	La Rioja.....	79
4.15.1	Infraestructuras.....	80

4.15.2	Tiempos de viaje con aeropuerto.....	80
5	Resumen y conclusiones	80
5.1	Tiempos de acceso a aeropuertos	80
5.2	Costes de optimización.....	82
5.2.1	Enlaces entre centros de ciudades y aeropuertos.....	82
5.3	Coste de los enlaces.....	91
6	Conclusiones	92
7	Bibliografía	94

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1: Mapa de aeropuertos Coordinados y con Horarios Facilitados. Fuente: AENA.....	24
Imagen 2: Tren Siemens serie 103	41
Imagen 3: Red ferroviaria de alta velocidad según PITVI (Fuente: Ministerio de Fomento)	43
Imagen 4: Ubicación Castilla y León	49
Imagen 5: Provincias de Castilla y León.....	49
Imagen 6: Ubicación Andalucía.....	52
Imagen 7: Provincias de Andalucía.....	52
Imagen 8: Ubicación Castilla la Mancha	55
Imagen 9: Provincias de Castilla la Mancha	55
Imagen 10: Ubicación Aragón	58
Imagen 11: Provincias de Aragón	58
Imagen 12: Ubicación Extremadura.....	60
Imagen 13: Provincias de Extremadura.....	60
Imagen 14: Ubicación Catalunya	63
Imagen 15: Provincias de Catalunya.....	63
Imagen 16: Ubicación de Galicia	65
Imagen 17: Provincias de Galicia.....	65
Imagen 18: Ubicación Comunidad Valenciana.....	68
Imagen 19: Provincias de la Comunidad.....	68
Imagen 20: Ubicación Región de Murcia	70
Imagen 21: Ubicación del Principado de Asturias	72
Imagen 22: Ubicación Comunidad foral de Navarra.....	73
Imagen 23: Ubicación Comunidad de Madrid	75
Imagen 24: Ubicación del País Vasco.....	76
Imagen 25: Provincias del País Vasco	76
Imagen 26: Ubicación de Cantabria	78
Imagen 27: Ubicación de la Rioja.....	79
Imagen 28: Enlace entre Atocha y el aeropuerto Adolfo Suárez	83
Imagen 29: Modificación trazado AVE Tarragona-Barcelona	84
Imagen 30: Ubicación estación AVE alternativa 2	85
Imagen 31: Recorrido Metro Valencia, Joaquín Sorolla-Aeropuerto de Valencia.....	86
Imagen 32: Enlace de alta velocidad entre el centro de Málaga y el aeropuerto	87
Imagen 33: Enlace de alta velocidad entre el centro de Sevilla y el aeropuerto	88
Imagen 34: Enlace de alta velocidad entre el centro de Bilbao y el aeropuerto.....	89
Imagen 35: Enlace de alta velocidad entre el centro de Santiago y el aeropuerto	90
Imagen 36: Modificación recorrido AVE entre Alicante y Murcia con para intermedia en el aeropuerto de Alicante-Elche	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa países con más kilómetros de carreteras (Fuente: Elaboración propia)...	14
Tabla 2: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras del Estado (Fuente: Ministerio de Fomento).....	15
Tabla 3: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras de las Comunidades Autónomas (Fuente: Ministerio de Fomento)	16
Tabla 4: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras de las Diputaciones (Fuente: Ministerio de Fomento).....	16
Tabla 5: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras españolas (Fuente: Elaboración propia)	16
Tabla 6: Relación kilómetros y número de habitantes (Fuente: Elaboración propia)	17
Tabla 7: Clasificación aeropuertos españoles (Fuente: Aena)	22
Tabla 8: Cuentas aeropuertos de la Península 2014 (Fuente: Aena)	27
Tabla 9: Comparación entre países de aprovechamiento de la alta velocidad (Fuente: Elaboración propia).....	39
Tabla 10: Tiempo de viaje según distancia y paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia)	42
Tabla 11: Velocidad media según distancia y paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia)	42
Tabla 12: Resultados económicos de los aeropuertos españoles en el 2014 (millones de €) (Fuente: Elaboración propia).....	44
Tabla 13: Pasajeros tras cierre aeropuertos y aumento porcentual (Fuente: Elaboración propia)	48
Tabla 14: Aeropuertos más cercanos según provincia de Castilla y León y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	50
Tabla 15: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Castilla y León (Fuente: Elaboración propia)	51
Tabla 16: Aeropuertos más cercanos según provincia de Andalucía y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	53
Tabla 17: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Andalucía (Fuente: Elaboración propia).....	54
Tabla 18: Aeropuertos más cercanos según provincia de Castilla y la Mancha y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	56
Tabla 19: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Castilla la Mancha (Fuente: Elaboración propia).....	57
Tabla 20: Aeropuertos más cercanos según provincia de Aragón y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	59
Tabla 21: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Aragón (Fuente: Elaboración propia).....	59
Tabla 22: Aeropuertos más cercanos según provincia de Extremadura y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	61
Tabla 23: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Extremadura (Fuente: Elaboración propia)	62

Tabla 24: Aeropuertos más cercanos según provincia de Catalunya y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	64
Tabla 25: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Catalunya (Fuente: Elaboración propia).....	64
Tabla 26: Aeropuertos más cercanos según provincia de Galicia y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	66
Tabla 27: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Galicia (Fuente: Elaboración propia).....	67
Tabla 28: Aeropuertos más cercanos según provincia de la Comunidad Valenciana y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)	69
Tabla 29: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de la Comunidad Valenciana (Fuente: Elaboración propia)	70
Tabla 30: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Murcia (Fuente: Elaboración propia).....	71
Tabla 31: Aeropuertos más cercanos según ciudad de Asturias y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	73
Tabla 32: Tiempos de viaje de Pamplona a Bilbao según paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia).....	74
Tabla 33: Aeropuertos más cercanos según provincia del País Vasco y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 34: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias del País Vasco (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 35: Tiempos de desplazamiento según paradas intermedias des de Santander hasta Bilbao (Fuente: Elaboración propia).....	79
Tabla 36: Tiempos de desplazamiento según paradas intermedias des de Logroño a Bilbao (Fuente: Elaboración propia).....	80
Tabla 37: Tiempo de acceso a aeropuertos más cercanos según paradas intermedias(Fuente: Elaboración propia)	82
Tabla 38: Coste de construcción enlaces a aeropuertos (Fuente: Elaboración propia)	91

1 Objetivo y alcance de la tesina

Esta tesina tiene como objetivo principal encontrar un buen encaje entre las diferentes infraestructuras de transporte de la Península Ibérica perteneciente al estado español.

En el primer apartado se analizará los distintos medios de transporte más utilizados para cubrir medias y largas distancias (a partir de 200 km), y se analizará la situación de sus infraestructuras en el estado español, a la vez que se comparará con las principales potencias mundiales en cuestiones de transporte. Estas comparaciones nos darán información del uso de los distintos modos de transporte y de la dimensión de las infraestructuras.

En el siguiente punto de la tesis se procederá a la optimización de las infraestructuras de los modos de transporte cuya existencia pueda suponer problemas de competencia entre ellos. Se potenciará el uso de las líneas de alta velocidad ya que se trata del modo de transporte más novedoso tecnológicamente y de la infraestructura por la cual el estado español está apostando fuertemente.

En el tercer apartado se hará un desglose de las infraestructuras existentes tras la optimización y se hará un repaso de las distintas opciones para viajar en cada comunidad, así de como su tiempos de viaje a los principales aeropuertos del estado español.

Y por último, se resumirán todas las medidas adoptadas y se contabilizarán los gastos necesarios para esta optimización, intentando averiguar la viabilidad de la solución adoptada, de sus ventajas y desventajas.

2 Descripción distintos modos de transporte

Para intentar encajar los diferentes modos de transporte y sus diferentes infraestructuras en un mismo país, se debe comprender perfectamente las similitudes y diferencias que hay entre ellos. Para eso analizaremos, generalizando, los distintos modos. Se obviará el ferrocarril de velocidad reducida, o de no alta velocidad, por entender que el AVE sustituirá al completo, o prácticamente, el tráfico de este transporte en distancias medias o largas. Asimismo tampoco se analizarán los transportes ferroviarios en las ciudades y en las áreas metropolitanas por entender que no se verán muy afectadas con la llegada del AVE.

2.1 Automóvil:

En su definición más genérica, el automóvil, es un vehículo autopropulsado destinado al transporte de personas o mercancías sin necesidad de guiarse sobre carriles aunque generalmente circulan por carreteras que hacen de carril. Existen diferentes tipos, como pueden ser las motocicletas, camiones, furgonetas, coches o autobuses. Su gran característica, la que lo diferencia de los otros modos, es su gran flexibilidad, pudiendo acceder a través de él a prácticamente todos los puntos de la geografía. Otra de las grandes virtudes que ofrece este transporte es el de la accesibilidad, generalmente todas las ciudades y pueblos del Estado están provistos de numerosos aparcamientos de manera que los usuarios de la red de carreteras estén siempre cerca de su vehículo para cuando sea necesario utilizarlo, por lo que el tiempo de acceso es muy pequeño.

La red de carreteras españolas a 31 de diciembre de 2013 tenía, según el Ministerio de Fomento, 165.361km. Según su relevancia están gestionados por diferentes instituciones, de manera que 26.073km son responsabilidad de

la Administración central, Ministerio de Fomento, y acogen al 51% del tráfico total. Las administraciones autonómicas son las encargadas de gestionar 71.145km representando el 43% del tráfico total, y por último las carreteras gestionadas por las diputaciones que representan el 6% del tráfico total y se ocupan de 68.143km. Además existen 489.698km a cargo de los ayuntamientos, de los cuales 365.517km son interurbanos, y 11.355km a cargo de otros organismos, elevando la cifra a 666.414km.

Para que nos hagamos una idea de la gran cantidad de carreteras que conforman nuestra red, en la tabla 1 veremos una comparativa entre los países con más kilómetros del mundo en función de sus superficies y el número de habitantes.

País	Km	Habitantes	Área (km ²)	km/habitante	km/área
USA	6.465.799	321.605.012	9.371.174	0,020104783	0,68996681
India	3.316.452	1.276.000.000	3.287.595	0,0025991	1,00877754
China	1.930.544	1.376.049.000	9.596.961	0,001402962	0,20116201
Brasil	1.751.868	204.451.000	8.514.877	0,008568645	0,20574202
Japón	1.196.999	126.880.000	377.835	0,009434103	3,1680469
Canadá	1.042.300	35.749.600	9.984.670	0,029155571	0,10439003
Francia	951.500	66.917.994	675.417	0,014218896	1,40875933
Rusia	933.000	146.905.200	17.125.246	0,006351035	0,05448097
Australia	812.972	23.613.193	7.692.024	0,03442872	0,10569026
España	666.414	46.439.864	504.645	0,014350042	1,32056
Alemania	644.480	81.276.000	357.168	0,007929524	1,80441697
Italia	487.700	60.782.897	301.338	0,008023639	1,61844839

Tabla 1: Comparativa países con más kilómetros de carreteras (Fuente: Elaboración propia)

Como vemos en la tabla anterior, España sigue una estrategia en relación a la construcción de carreteras muy parecida a Francia, pero si la comparamos con las grandes potencias mundiales vemos que hay una diferencia muy grande en la densidad de kilómetros por área y la relación kilómetros/habitantes. Una diferencia que contribuye a la idea principal de la tesina en la que se resalta la gran red de carreteras de nuestro país.

La red de carreteras, como se comenta anteriormente, están gestionados por diferentes agentes políticos. La red principal de carreteras y que engloba la mayor parte del tráfico es competencia del Ministerio de Fomento, y se denomina Red de Carreteras del Estado. Esta red está formada por las carreteras estatales integrada en un itinerario de interés general o cuya función en el sistema de transporte afecte a más de una Comunidad Autónoma.

Se consideran itinerarios de interés general aquellos que:

- Forman parte de los principales itinerarios internacionales
- Constituyen acceso a un puerto o a un aeropuerto
- Sirven de acceso a los principales pasos fronterizos
- Enlazan las Comunidades Autónomas, conectando los principales núcleos de población del territorio de manera que formen una red continua que soporten un tráfico de largo recorrido

A continuación en la tabla 2 veremos una clasificación más detallada con los kilómetros de vía según el tipo al que pertenezca.

Tipo de vía	Km
Autopistas de peaje	2.539
Autopistas y autovías libres	8.493
Carreteras de doble calzada	573
Carreteras convencionales	14.468
Total	26.073

Tabla 2: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras del Estado (Fuente: Ministerio de Fomento)

Las carreteras gestionadas por las comunidades autónomas se clasifican como vemos en la tabla 3.

Tipo de vía	Km
Autopistas de peaje	322
Autopistas y autovías libres	2.851
Carreteras de doble calzada	742
Carreteras convencionales	67.230
Total	71.145

Tabla 3: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras de las Comunidades Autónomas (Fuente: Ministerio de Fomento)

Y por último las carreteras a cargo de las diputaciones tienen la siguiente distribución como veremos en la tabla 4.

Tipo de vía	Km
Autopistas de peaje	165
Autopistas y autovías libres	610
Carreteras de doble calzada	288
Carreteras convencionales	67.080
Total	68.143

Tabla 4: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras de las Diputaciones (Fuente: Ministerio de Fomento)

Finalmente vemos que la distribución de las carreteras con mayor tráfico del Estado, obviando las carreteras a cargo de los ayuntamientos y de otros organismos ya que apenas tienen una cuota del 10% del tráfico total, queda representado en la tabla 5.

Tipo de vía	Km
Autopistas de peaje	3.026
Autopistas y autovías libres	11.954
Carreteras de doble calzada	1.603
Carreteras convencionales	148.778
Total	165.361

Tabla 5: Clasificación del tipo de carreteras según sus kilómetros de la Red de Carreteras españolas (Fuente: Elaboración propia)

Para esta tesina los datos que más nos interesan debido a las características de los otros modos de transporte, es el de kilómetros de autovías y de autopistas, siendo en ambas infraestructuras la velocidad

máxima de circulación de 120km/h. La cantidad total de kilómetros de estas vías es de 14.980km, mientras que en los países más desarrollados de la Unión Europea, esa cifra es sensiblemente menor como veremos a continuación en la tabla 6.

País	Metros	Nº habitantes	Nº habitantes/km
Francia	11.465.000	66.917.994	0,171329105
Alemania	12.879.000	81.276.000	0,158460062
España	14.980.000	46.439.864	0,322567697

Tabla 6: Relación kilómetros y número de habitantes (Fuente: Elaboración propia)

Como vemos España tiene un ratio de casi el doble de kilómetros por habitante que los otros países más desarrollados de Europa, por lo que se sigue reafirmando la gran cantidad de grandes infraestructuras de transporte para automóviles que posee el Estado español.

2.2 Avión

El avión es el transporte aéreo por antonomasia y uno de los grandes inventos del siglo XX. En su definición más estricta, el avión, es una aeronave más pesada que el aire, propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Hay distintos tipos de avión y se dividen según su uso que puede ser civil o militar. Este último ha sido y es una de las claves para entender la evolución constante que ha sufrido este medio de transporte en miras de la mejora tanto de velocidad, de comodidad como de seguridad. Los aviones civiles más comunes pueden ser de pasajeros, de carga, sanitarios, contra incendios... Por otro lado los aviones militares pueden ser de pasajeros, de carga, bombarderos, de reconocimiento...

Otra clasificación interesante para los aviones es su tipo de propulsión. Existen varios motores, como pueden ser los motores a pistones, motores a

reacción o propulsores aunque estos últimos se usan más bien para lanzar cohetes al espacio.

El principio básico de navegación aérea consiste en la fuerza aerodinámica que se genera en las alas, en sentido ascendente, llamada sustentación. Este fenómeno se produce por diferencias de presión entre la parte inferior y la parte superior del ala, por la forma del perfil del ala.

Los aviones más conocidos y más utilizados por el gran público son los aviones de pasajeros, y son los que serán objeto de análisis en esta tesina. Existen muchos tipos de modelos de aviones, aunque su estructura básica y muchos elementos importantes son muy parecidos entre ellos.

La aviación comercial es el medio de transporte que nos interesa. La primera compañía aérea comercial se creó en 1919, en los Países Bajos, bajo el nombre de KLM, y hoy en día aún existe, cubriendo cerca de 130 rutas por todo el mundo. Desde entonces el mundo de la aviación comercial ha crecido exponencialmente y llega a prácticamente a todas las principales ciudades del mundo. Existen muchos fabricantes aeroespaciales encargados de diseñar y construir aviones, pero hay dos que destacan sobre las demás. La primera es la empresa Airbus, creada en el año 2000 en Toulouse, y cuenta entre su catálogo de aviones con la aeronave con mayor capacidad de transporte de pasajeros, el Airbus A380, capaz de transportar a unas 800 personas aproximadamente. La otra gran empresa es la compañía aeronáutica norteamericana Boeing, y posee el modelo más fabricado y utilizado del mundo, el Boeing 737, presentado en el año 1969, con capacidad para la serie más moderna de unos 200 pasajeros.

La característica principal que hace de los aviones un transporte moderno, eficiente y de gran uso para viajes de largo recorrido es su alta

velocidad comparada con la de otros modos de transporte. La velocidad media, o también conocida como velocidad de crucero, se define como aquella velocidad constante y uniforme que puede llevar una aeronave en condiciones normales de presión y temperatura, sin sufrir perturbación o variación de velocidad, altura, tracción y resistencia en el vuelo. Es aquella velocidad estable en la cual se mantiene el avión en la mayoría de su trayecto, actuando como un piloto automático, requiriendo poco esfuerzo por parte de la tripulación. Esta velocidad es la que tenemos cuando tienen lugar los siguientes fenómenos:

- Menor consumo de combustible
- Menor presión o fuerza a los que se someten los planos aerodinámicos frente a la resistencia al avance
- Niveles óptimos de temperatura, presión y desgaste del vuelo de los motores
- Bajos esfuerzos en el vuelo que permite alargar la vida de los motores

La velocidad de crucero depende del tipo de aeronave, del tipo de motor, del tipo de fuselaje y la superficie de las alas, por lo que será diferente según cada modelo. Actualmente, además, todos los aviones comerciales de gran capacidad poseen a bordo un dispositivo para lograr el adecuación de la aeronave en el vuelo y mantenerlo estable, dicho dispositivo es el piloto automático, sistema que a la vez reduce considerablemente el trabajo de los pilotos, sobretodo en largos trayectos.

La velocidad como hemos dicho anteriormente depende del tipo de avión y de la altura a la que vuela, ya que según la altura habrá más o menos resistencia al aire. En condiciones normales un avión suele volar para reducir dicha resistencia a 10000m de altura, consiguiendo una velocidad de crucero

de unos 900km/h. Si bien durante el despegue y durante el aterrizaje estas velocidades son muy inferiores, llegando en el primer caso a unos 280km/h y en el segundo a unos 240km/h, aunque estas velocidades también dependen de muchos factores.

Los aviones circulan por el aire, pero para poder controlar bien el tráfico utilizan caminos predeterminados que denominamos aerovías del cielo. La ruta de estas aeronaves empieza y acaba en los aeropuertos, que son las únicas infraestructuras necesarias para poder utilizar este medio de transporte.

Los aeropuertos son infraestructuras complejas que pueden separarse en dos partes, la parte de “air-side” (lado aire) que está compuesta por la pista de despegue y de aterrizaje, las pistas de carreteo o de rodaje hasta llegar a la pista de despegue, los hangares y las zonas de aparcamiento de los aviones (zonas Apron). La otra parte es la “land-side” (lado tierra) y está dedicado exclusivamente a los pasajeros, incluye las terminales de pasajeros, las zonas de comercio, las aduanas, servicios, estacionamiento de vehículos, acceso a otros modos de transporte y demás.

Las funciones principales de los aeropuertos, como se ha descrito anteriormente, es el despegue y aterrizaje de los aviones, si bien no puede menospreciarse la función de reabastecimientos y mantenimiento de las aeronaves, y de igual manera la función de estacionamiento de estas mientras no estén operativas.

La pista es la parte más importante del aeropuerto pues a las aeronaves que están en el suelo al llegar a la velocidad necesaria pueden elevarse y lograr la sustentación del aire y a la vez permite a las aeronaves que están en el aire, tomar tierra. Las medidas de la pista vendrán condicionadas por el tamaño del aeropuerto y según la previsión de tráfico que pueda tener en un

futuro dicha infraestructura. Es muy importante en este caso tener una buena planificación y estimación de la demanda generada en un futuro inmediato y/o lejano.

En general, los aeropuertos están gestionados por la Administración. En España este papel corre a cargo de la empresa pública Aena (aeropuertos españoles y navegación aérea), que se constituyó en el año 1990, y actualmente es el mayor operador aeroportuario del mundo en cuanto a número de pasajeros se refiere.

Actualmente gestiona en España 48 aeropuertos, repartidos por todo el país incluyendo las Islas Baleares y las Islas Canarias. De estos, los dos más importantes son el aeropuerto Adolfo Suarez-Barajas de Madrid y el aeropuerto del Prat de Barcelona que acaparan la mayoría de vuelos internacionales de largas distancias.

Para la gestión de los aeropuertos Aena distingue tres clasificaciones diferentes:

- a) Tráfico aéreo
- b) A efectos de programación de vuelos
- c) A efectos de pagos de tarifas y tasa

2.2.1 Clasificación aeropuertos

2.2.1.1 Tráfico Aéreo

La primera clasificación divide los aeropuertos en tres grandes grupos en función del tráfico aéreo que tienen. La primera categoría corresponde a los aeropuertos internacionales (hubs) con más de 35 millones de pasajeros anuales, en las que se incluyen los aeropuertos más importantes comentados anteriormente. La segunda categoría representa los aeropuertos turísticos o

aquellos con un tráfico inferior a 35 millones anuales y superior a los 2 millones. Asimismo divide este grupo en función del tráfico, de manera que los de primer orden son aquellos con un tráfico superior a 6 millones de pasajeros, y de segundo orden los que están en los intervalos de entre 6 y 2 millones. Y por último se encuentran aquellos aeropuertos cuyo tráfico es inferior a 2 millones, cuya categoría se denomina como aeropuertos Regionales, en la cual también distingue dos grupos en función de su tráfico, siendo los intervalos inferiores a 2 millones y superiores a 500.000 pasajeros anuales considerados como aeropuertos regionales de primer orden, y los de un tráfico inferior a 500.000 como regionales de segundo orden. En la tabla 7 veremos dichas categorías y los aeropuertos que pertenecen a cada clasificación.

Grupo	Categoría	Subcategoría	Volumen de pasajeros	Número	Aeropuertos
I	Hubs		>35.000.000	2	Madrid Adolfo Suarez, Barcelona El Prat
II	Turísticos	1r orden	>6.000.000	5	Alicante, Gran Canaria, Tenerife Sur, Málaga-Costa del sol y Palma de Mallorca
III		2º orden	>2.000.000	10	Bilbao, Fuerteventura, Girona, Ibiza, Lanzarote, Menorca, Santiago, Sevilla, Tenerife Norte y Valencia
IV	Regionales	1r orden	>500.000	11	Almería, Asturias, Coruña, Granada, Jerez, La Palma, Murcia, Reus, Santander, Vigo y Zaragoza
V		2º orden	<500.000	21	Albacete, Algeciras, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, Cuatro Vientos, El Hierro, Huesca, La Gomera, León, Logroño, Melilla, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Son Bonet, Pamplona, Torrejón, Vitoria y Valladolid

Tabla 7: Clasificación aeropuertos españoles (Fuente: Aena)

2.2.1.2 Programación de vuelos

La segunda clasificación que hace Aena se basa en la programación de vuelos, en función de la demanda de operación y la capacidad del aeropuerto.

De manera que incluye en la primera categoría (Aeropuertos No Coordinados) a aquellos cuya capacidad es adecuada y suficiente para satisfacer la demanda de todas las compañías en cualquier momento.

En el segundo nivel (Aeropuertos con Horarios Facilitados) encontramos a los aeropuertos cuya demanda de transporte de las compañías aéreas está próxima a su capacidad aeroportuaria y dónde existe un riesgo potencial de saturación en algunas franjas horarias o periodos. En estos aeropuertos puede ser necesaria la cooperación voluntaria entre compañías aéreas y existe la figura del Facilitador de Horarios para ordenar y propiciar los ajustes de programa que sean necesarios para evitar la congestión.

Finalmente, en el nivel 3 y última categoría (Aeropuertos Coordinados) incluye aquellos aeropuertos cuya demanda de transporte de las compañías aéreas excede su capacidad aeroportuaria durante periodos de tiempo significativos y resulta imposible resolver esta situación a corto plazo. En estos aeropuertos existe la figura del Coordinador de Franjas Horarias y resulta obligatorio para cualquier operador aéreo, al objeto de aterrizar o despegar en el aeropuerto, disponer de una franja horaria autorizada por parte de dicho Coordinador (con la excepción de vuelos de Estado, aterrizajes de emergencia y vuelos de carácter humanitario).

A continuación veremos en la imagen 1, el mapa de España según la categoría de cada aeropuerto en base a la clasificación de Aena respecto a la programación de vuelos.



Imagen 1: Mapa de aeropuertos Coordinados y con Horarios Facilitados. Fuente: AENA

2.2.1.3 Tasas y tarifas

La guía de tarifas de Aena de junio de 2009 vigente en la actualidad, establece diferentes clasificaciones según el tipo de tarifas.

A efectos de la aplicación de **tarifas de aterrizaje** se establece la siguiente clasificación de aeropuertos nacionales:

Primera categoría: Alicante, Barcelona, Bilbao, Fuerteventura, Gran Canaria, Lanzarote, Madrid, Barajas, Málaga, Palma de Mallorca, Sevilla, Tenerife Norte, Tenerife Sur y Valencia. Ibiza y Menorca durante el periodo comprendido entre el 1 de mayo al 31 de octubre, inclusive.

Segunda categoría: Almería, Asturias, Federico García Lorca Granada Jaén, Jerez, La Coruña, La Palma, Santiago y Vigo. Girona y Reus durante el periodo comprendido entre el 1 de mayo al 31 de octubre. Ibiza y Menorca

durante el periodo comprendido entre el 1 de noviembre al 30 de abril, inclusive.

Tercera categorí3: Albacete, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, El Hierro, La Gomera, La Rioja-Logroño, León, Madrid Cuatro Vientos, Melilla, Huesca Pirineos, Murcia San Javier, Pamplona, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Santander, Son Bonet, Torrej3n, Valladolid, Vitoria y Zaragoza. Gerona y Reus durante el periodo comprendido entre el 1 de noviembre al 30 de abril, inclusive.

A efectos de la **tasa de aproximaci3n**, existen tres categorí3s:

1ª Categorí3: Alicante, Barcelona, Bilbao, Fuerteventura, Gran Canaria, Ibiza, Lanzarote, Madrid. Barajas, Málaga, Menorca, Palma de Mallorca, Sevilla, Tenerife Norte, Tenerife Sur y Valencia.

2ª Categorí3: Almería, Asturias, Gerona, Federico García Lorca-Granada Jaén, Jerez, La Coruña, La Palma, Reus, Santiago y Vigo.

3ª Categorí3: Badajoz, El Hierro, La Gomera, Madrid Cuatro Vientos, Melilla, Murcia San Javier, Pamplona, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Santander, Valladolid, Vitoria, Zaragoza y el resto de los aeropuertos gestionados por la entidad pública empresarial Aeropuertos Españoles y de Navegaci3n Aérea no incluidos en los apartados anteriores.

A efectos de la **tasa por prestaci3n de servicios y utilizaci3n del dominio público aeroportuario**, Aena divide los aeropuertos en cuatro grupos:

Grupo A: Alicante, Barcelona, Gran Canaria, Ibiza, Lanzarote, Madrid Barajas, Málaga, Palma de Mallorca, Tenerife Norte, Tenerife Sur.

Grupo B: Bilbao, Fuerteventura, Menorca, Sevilla, Valencia.

Grupo C: Almería, Asturias, Federico García Lorca Granada Jaén, Jerez, La Coruña, La Palma, Santiago y Vigo.

Grupo D: Albacete, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, Gerona, Hierro, Huesca Pirineos, La Gomera, La Rioja, León, Madrid Cuatro Vientos, Melilla, Pamplona, Reus, Sabadell, Salamanca, Murcia San Javier, San Sebastián, Santander, Son Bonet, Torrejón, Valladolid, Vitoria, Zaragoza y todos.

Por último, a raíz de la entrada en bolsa de la compañía encargada de gestionar las zonas aeroportuarias, me parece necesario y útil crear una nueva clasificación según el balance económico de los aeropuertos y así poder valorar la utilización de estos, que veremos en la tabla 8.

CIERRE 2014 (Millones €)	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	EBITDA	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	RESULTADO FINANCIERO	RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS
TODOS	3121,78	2067,39	1855,68	1054	-402,8	651,6
BARCELONA	721,59	356,76	509,59	364,8	-25,54	339,3
TODOS PENINSULA	2323,02	1601,75	1372,55	721	-411,9	309,1
ALICANTE	142,7	90,48	96,41	52,22	-1,7	50,53
MADRID (BARAJAS)	933,86	610,08	566,66	323,8	-296,2	27,54
MALAGA	199,74	161,74	114,29	38	-19,99	18
SEVILLA	47,95	33,13	24,6	14,81	1,68	16,49
BILBAO	50,58	32,42	29,63	18,16	-3,81	14,35
VALENCIA	61,05	46,75	33,95	14,31	-5,08	9,22
GIRONA	24,35	22,49	10,28	1,87	-1,05	0,82
MURCIA	11,99	11,4	4,62	0,59	-1,29	-0,7
BADAJOS	1,66	2,99	0,3	-1,32	-0,67	-1,99
ALBACETE	0,8	2,78	-0,47	-1,99	-0,7	-2,69
ASTURIAS	11,67	13,68	2,03	-2,01	-1,76	-3,78
HUESCA	0,12	3,53	-1,38	-3,42	-1,56	-4,97
BURGOS	0,31	3,59	-1,6	-3,28	-1,7	-4,98
SALAMANCA	0,43	4,67	-2,95	-4,24	-1,12	-5,36

SAN SEBASTIAN	2,48	6,38	-2,22	-3,9	-1,5	-5,4
LOGROÑO	1,35	5,51	-2,37	-4,16	-1,61	-5,77
SANTANDER	7,52	11,1	0,2	-3,58	-2,26	-5,85
CORDOBA	0,31	3,16	-1,41	-2,84	-3,13	-5,98
GRANADA	7,7	11,78	-0,4	-4,08	-2,02	-6,1
A CORUÑA	12,36	14,51	3,35	-2,15	-3,98	-6,14
VALLADOLID	2,08	7,13	-2,93	-5,06	-1,56	-6,61
MADRID (4VIENTOS)	1,4	5,9	-3,35	-4,76	-2,18	-6,94
SABADELL	0,84	5,75	-3,15	-4,91	-2,05	-6,96
LEÓN	0,56	5,16	-1,23	-4,6	-2,47	-7,07
ALMERÍA	9,03	14,15	0,58	-5,12	-2,59	-7,72
REUS	9,09	13,91	0,52	-4,82	-3,33	-8,15
JEREZ	10,12	15,7	-0,14	-5,58	-2,87	-8,45
ZARAGOZA	7,71	13,54	-0,83	-5,83	-3,45	-9,29
VITORIA	3,99	10,36	-1,69	-6,37	-3,13	-9,5
PAMPLONA	1,68	9,33	-3,85	-7,65	-2,85	-10,5
VIGO	9,14	16,52	-0,45	-7,38	-3,47	-10,85
SANTIAGO	26,86	35,37	5,96	-8,51	-6,91	-15,42

Tabla 8: Cuentas aeropuertos de la Península 2014 (Fuente: Aena)

2.3 Transporte ferroviario de alta velocidad

El último de los tres grandes modos de transporte españoles a analizar es el ferrocarril de alta velocidad, de ahora en adelante TAV, iniciales de Transporte de Alta Velocidad.

El TAV ha provocado una revolución en el mundo del transporte ferroviario, llegando a encumbrarlo como uno de los transportes de pasajeros más eficientes del mercado. El TAV es la modernización necesaria que precisaba el ferrocarril, sobreexplotado en países como Japón e infrautilizado en otros como España.

La definición del nuevo transporte según la UIC, la unión internacional de ferrocarriles, es bastante amplia, aunque es muy explícita en referencia a su principal virtud, y está dividida en tres puntos:

- a) Una línea de nueva construcción se denomina como línea de alta velocidad cuando permite a los trenes operar a velocidades de 250 km/h. o mayores, durante todo o una parte importante de su recorrido.
- b) En el caso de líneas convencionales adaptadas, se consideran de alta velocidad si permiten velocidades de 200 o más km/h.
- c) También se pueden considerar como líneas de alta velocidad aquellas que, sin llegar a esta velocidad, satisfacen criterios especiales tales como reducciones sustanciales en tiempo del viaje al superar accidentes geográficos como montañas o estrechos.

La principal característica es la alta velocidad, para este trabajo consideramos líneas de alta velocidad, a aquellas cuyos trenes circulen a 250km/h o más, y a las que circulen a 200km/h o más las llamaremos líneas de velocidad alta. Normalmente estas últimas líneas son las que han sido adaptadas en su trazado para aumentar su velocidad comercial, pero no cumplen todos los requisitos para circular a alta velocidad. Evidentemente, hay otras características que diferencian este nuevo medio de transporte del convencional, pero estas van relacionadas con la posibilidad de aumentar la velocidad comercial, por lo que esta definición es muy acertada.

2.3.1 Características especiales líneas de alta velocidad ferroviaria

Desde hace años se sabe que aumentando la potencia de tracción se conseguirían velocidades más altas en ferrocarriles, el problema residía en que con las tecnologías del momento, estas altas velocidades producían daños muy importantes en las vías, siendo su mantenimiento y esfuerzo de reparación excesivamente caro. Por estos motivos, el tren de alta velocidad ha tenido que

esperar hasta que las nuevas tecnologías fueran apareciendo paulatinamente para conseguir poder circular a esas velocidades a precios razonables.

La LAV es una evolución necesaria del ferrocarril convencional, dotando estas líneas de velocidades comerciales superiores y ofreciendo un servicio capaz de competir con los dos otros grandes modos de transporte. Para conseguir esta evolución se han tenido que rediseñar prácticamente todas las partes de una línea de ferrocarril, y del propio medio de transporte, estas evoluciones se comentan a continuación:

2.3.1.1 Las señalizaciones

La visibilidad de las señales convencionales a velocidades tan altas se hace prácticamente imposible, por lo que se han tenido que rediseñar las indicaciones para que el maquinista pueda visualizarlas. Se dotan los trenes de sofisticados sistemas de control que comprueban el cumplimiento de todas las órdenes de circulación, de manera que los maquinistas están en permanente contacto con el puesto de control mediante el uso de equipos de radios. La señalización pasa, de ser fija en la ruta a estar en cabina, transmitiendo los datos de tierra al tren. El sistema más extendido en Europa es el ERTMS, de modo que las líneas sean compatibles entre sí, y acaben formando la red transeuropea de alta velocidad, esperada para finales del 2020.

El ERTMS se compone de varios sistemas de seguridad y de diferentes niveles en función de la operatividad de la línea.

2.3.1.2 Estructura del tren

Las velocidades altas y cargas elevadas transmiten esfuerzos muy grandes a las vías pudiendo ocasionar desperfectos y deformaciones

importantes en los carriles, por lo que se han tenido que tomar diferentes medidas:

- Los coches se fabrican con materiales más ligeros, llegando a conseguir pesos para trenes de dos pisos que no superan los de un piso de un tren convencional
- También se ha tenido que aligerar el peso del motor de tracción mediante la utilización de materiales más ligeros y nuevos diseños, sin perder potencia.
- La parte más pesada de un tren son los transformadores que se encargan de suministrar diferentes voltajes y potencias al tren según su necesidad. Se construyen con láminas de aluminio y de acero aleado con cobalto consiguiendo reducir el peso de este de 11 a 7,5 toneladas.

2.3.1.3 Vía

- Las grandes velocidades solo se pueden conseguir a través de grandes rectas, por lo que se han aumentado los radios mínimos de giro, evitando las pronunciadas curvas que obligan a los transportes a reducir la velocidad. Los radios mínimos de los trenes convencionales podían oscilar alrededor de los 500m, mientras que en las LAV, este aumenta hasta los 2500m o 3000. En España este radio mínimo, por ejemplo, en la línea de Barcelona-Madrid, es de 6500m, considerablemente mayor al del ferrocarril convencional.
- El ancho de vía no puede ser estrecho, los antiguos anchos métricos, como en el país propulsor del TAV, Japón, han quedado obsoletos y se ha adoptado, en prácticamente todo el mundo la medida de ancho de 1435mm, de manera que se

puedan conseguir las velocidades actuales con una buena estabilidad.

- No deben existir pasos de nivel que puedan ocasionar problemas a los servicios de alta velocidad, por lo que durante todo el trazado los cruces se deben realizar por encima o por debajo de la vía del tren y vallando todo el recorrido para evitar el paso de animales, personas o vehículos, asimismo existen sensores para detener los trenes en caso de encontrar obstáculos peligrosos para la circulación de los vehículos. También hay sensores de viento lateral o hielo, que previenen posibles accidentes.
- Las pendientes, para las vías exclusivas para pasajeros, pueden ser más pronunciadas respecto al ferrocarril. Esta diferencia se debe a la inercia cinética producida por la alta velocidad y a la gran potencia de los motores sin que el consumo se vea excesivamente penalizado. En España las pendientes pueden alcanzar las 30 milésimas, siendo considerablemente mayores a las de los trenes convencionales o de tramos mixtos de alta velocidad en que las pendientes máximas se sitúan en torno a las 10 milésimas (excluimos trenes de alta montaña diseñados para subir pendientes importantes).
- Se debe aumentar el ancho de la plataforma, para poder separar los ejes de las vías a una distancia superior alcanzando los 4,5 m y así evitar posibles problemas de succión en los cruces de trenes.
- Las características geométricas y técnicas de las vías tienen que ser de gran calidad. Los carriles deben ser más

resistentes a partir de 60kg/m, los carriles se conectan mediante soldadura continua, se utilizan traviesas de hormigón y el balasto que situado debajo de la vía ha de tener un grosor adaptado a las solicitaciones previstas.

2.3.1.4 Túneles y viaductos

Las secciones de los túneles y de los viaductos serán mayores debido al aumento de distancia entre vías. Asimismo las secciones de los túneles deben aumentar para evitar los cambios bruscos de presión a la entrada y salida de estos y para evitar los efectos aerodinámicos de los cruces de trenes a velocidades relativas de 500km/h.

Asimismo, las cargas dinámicas producidas por las altas velocidades son superiores que las producidas por el tren convencional por lo que se tienen que adaptar las superestructuras a estas nuevas solicitaciones, convirtiéndolas en obras de mayor envergadura.

2.3.1.5 Tipo de tráfico

En las líneas convencionales es habitual el uso compartido de las vías para transporte de pasajeros y de mercancías, reduciendo la capacidad de la línea debido a las diferentes velocidades a las que circulan los convoyes, a pesar de que existan apartaderos. En la alta velocidad, las líneas se diseñan para el tráfico preferente de pasajeros, de manera que se puedan permitir como se ha comentado anteriormente entre otras características pendientes superiores, por las cuales los trenes de mercancías no podrían superar debido a las grandes cargas que transportan y que condicionan el diseño de las vías encareciendo el proyecto.

2.3.1.6 Sistemas de electrificación

En Alta Velocidad el tipo de corriente debe ser alterno, con una tensión de catenaria alta de 25000V, mientras que las líneas convencionales pueden circular con corriente continua, a tensión de catenaria bajas en torno a 3000V. El aumento de tensión se traduce en menores intensidades de circulación por los conductores del sistema y en consecuencia menos caídas de tensión por lo que las subestaciones de tracción, de donde el tren capta la energía necesaria para circular, pueden estar separadas a más distancia, por lo que se requieren menos unidades por línea. En alta velocidad estas subestaciones pueden estar separadas 50km, mientras que en las líneas convencionales pueden llegar a estar tan a solo a 20km.

Por otro lado otra de las características de la catenaria necesaria para alcanzar estas velocidades depende de la tensión que esté el cable de la catenaria. A más tensión, mayor velocidad de propagación de la onda mecánica. De esta velocidad depende la velocidad del tren, ya que siempre tiene que ser inferior a la de propagación. Si no fuera así, se podrían producir deformaciones en los postes de sujeción de la catenaria, y la ruptura de esta.

2.3.1.7 Costes

Como hemos visto en el anterior punto del trabajo, las altas velocidades se han conseguido gracias a muchas variaciones, tanto en el diseño de la vía, como en la estructura del tren y de la línea en general. Estas variaciones que permiten velocidades muy elevadas en comparación con su antecesor tienen unas limitaciones y unas solicitudes muy elevadas que provocan que los costes de construcción de estas líneas sean considerablemente superiores.

Estos costes son muy variables y dependen del camino que tenga que recorrer, los principales parámetros que marcan el precio del kilómetro se exponen a continuación:

- Relieve del terreno
- Intersecciones a superar, ya sean montañas, carreteras o ríos
- Inserción en el paisaje y cumplimiento de normativas ambientales de las leyes locales.

Se estima que el coste medio de las líneas de alta velocidad española oscilan en torno a los 17,5 millones de euros, mientras que los de una autopista pueden oscilar alrededor de los 12 millones de euros.

2.3.1.8 Capacidad

Las líneas de alta velocidad, como hemos visto anteriormente, necesitan inversiones muy elevadas comparadas con las carreteras, por lo que requieren de un número elevado de pasajeros para que sean rentables.

La capacidad de las líneas depende de la infraestructura y de los trenes.

La capacidad de una infraestructura depende de los surcos o slots, es decir el tramo reservado de la línea para un determinado tren, y estos vienen condicionados por los diferentes controles de señalización y control ferroviario. En Europa se está intentando integrar en toda la red transeuropea conocido por las siglas ETCS (European Train Control System) que forma parte del comentado anteriormente ERTMS.

En cuanto a los trenes la capacidad de estos viene determinada por la longitud de los trenes, del ancho de las filas de estos y de la longitud de los andenes de destino. Un tren europeo estándar tiene una longitud de unos 200 metros con una capacidad alrededor de los 550 pasajeros por viaje, mientras que en Japón debido a la saturación de las líneas existen trenes de dos pisos, de 405 metros y con cinco y hasta seis pasajeros por fila consiguiendo transportar 1320 pasajeros por viaje.

2.3.2 Inicios TAV

En 1939, los ingenieros italianos consiguieron alcanzar 200km/h en el tren llamado ElettroTreno ETR 200, y en 1940 en Japón se empezó a gestar la aparición del Shinkansen, el tren bala nipón que ha sido el pionero de los TAV, un tren que debía usar locomotoras eléctricas con los que poder alcanzar velocidades medias de 150km/h, un 50% más de la velocidad de la época, y velocidades máximas de 200km/h. Aunque estos proyectos no acabaron cuajando por los conflictos bélicos que desembocaron en la segunda guerra mundial entre los años 1939 y 1945.

Los años posteriores a la guerra fueron muy difíciles para Japón, uno de los países perdedores y el único país atacado por dos bombas atómicas. Los TAV fueron olvidados durante unos años hasta que empezó a vislumbrarse la recuperación del país. A mediados de los 50 del siglo pasado, la línea que unía Tokio con Osaka, separada por 515km, estaba operando a su máxima capacidad y se decidió reabrir el proyecto Shinkansen. La posibilidad de aumentar la velocidad permitiría un aumento de la capacidad por lo que se lograrían servicios más eficientes, más rápidos y aliviar la congestión de la línea. El problema, como no, era económico, Japón venía de una guerra muy costosa, tanto durante como después al tener que reconstruir el país. Al final con la financiación del Banco Mundial, las obras se iniciaron en 1959, y se inauguró la primera LAV justo antes del inicio de los juegos olímpicos de Tokio en 1964. La línea ferroviaria fue un éxito absoluto des del principio, consiguiendo la extraordinaria cifra de 100 millones de pasajeros en menos de tres años.

La nueva línea tenía muchas singularidades respeto a las líneas convencionales que se conocían por entonces. La característica más

importante que la diferenciaba de la línea convencional era que fue concebida y construida como un conjunto perfectamente integrado de Alta velocidad, es decir de uso exclusivo para trenes diseñados para circular por esas vías. El ancho escogido también fue novedoso respecto al que se usaba antiguamente en Japón, se pasó de un ancho de vía de 1067mm a 1435mm. Además otra innovación importante fue el de evitar curvas cerradas, de manera que en estas el tren no tuviera que reducir velocidad, y el hecho de que no debían existir pasos de nivel, siendo más de un tercio de la vía sobre puentes o viaductos.

Este fue el inicio revolucionario del nuevo medio de transporte que acaba de reinventar Japón. Durante los siguientes años, el país nipón siguió uniendo las ciudades más importantes del país y actualmente cuenta con 2664km. A lo largo de los 50 años que llevan operando, los trenes Shinkansen han transportado 10.000 millones de personas sin ocasionar ningún accidente con víctimas mortales. Este último dato habla de la seguridad que transmite este nuevo medio de transporte y que marca un salto cualitativo respecto a los otros modos de transporte difícilmente alcanzable. No ha habido víctimas teniendo en cuenta además que Japón se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, en la que ha habido muchos terremotos, el último el año 2011. Este es uno de los puntos más fuertes de los TAV, unido al de la puntualidad.

2.3.3 Alta velocidad en Europa

En Europa la alta velocidad llegó unos años más tarde. Los principales países en diseñar estas novedosas rutas de transporte fueron Francia y Alemania.

Tras las experiencias pioneras del tren bala nipón, Francia decidió introducirse en este nuevo mundo para intentar unir las dos ciudades más habitadas del país, París y Lyon y finalmente inauguró la primera línea de alta

velocidad (LGV) en el año 1981. La importancia de la línea no solo radica en que fue la pionera en Europa, sino que además es la primera piedra de la red transeuropea de alta velocidad. El objetivo de esta nueva línea era aliviar la elevada demanda del anterior corredor ferroviario que unía las dos ciudades mencionadas anteriormente. El éxito del nuevo corredor ha sido tal que aparte de captar la mayoría de usuarios del avión, el nuevo tren de alta velocidad, TGV, ha generado demanda nueva, superando las previsiones e incluso se han tenido que diseñar y poner en servicio trenes de dos pisos para aliviar la alta demanda en las horas puntas. El TGV utiliza líneas de alta velocidad logrando alcanzar velocidades comerciales de 270km/h en los trenes de primera generación (corredor sureste), 300km/h para los trenes de segunda generación (corredor atlántico) y 320km/h para los de la tercera generación, y puede circular además por las vías convencionales aunque a una menor velocidad. Además cabe destacar la optimización de las líneas convencionales efectuadas por las autoridades del país, de manera que se utilizan estos servicios para las ciudades en las que aún no ha llegado este nuevo servicio, permitiendo que sus efectos se extiendan a un mayor número de ciudades.

2.3.4 Alta velocidad española (AVE)

En España la aparición del TAV, se hizo rogar, tal y como hiciese la aparición del ferrocarril en sus inicios, respeto a los propulsores de este moderno sistema de transporte. Aun así su aparición ha sido meteórica e imparable llegando a ser el segundo país del mundo con más kilómetros de vías de alta velocidad, solo superado por China, país con una superficie y población incomparable.

La primera vía destinada exclusivamente a la alta velocidad fue la que unía Madrid con Sevilla, planificada a finales de los años 80 a imagen y semejanza del TGV (tren de alta velocidad francés), fue la que unía las

ciudades de Madrid y Sevilla. El primer objetivo de la nueva línea que se planteaban era superar el difícil paso de Despeñaperros, y de esta manera reduciendo tiempos de viaje, ayudaría a revitalizar la maltrecha economía del sur del país.

El proyecto de esta nueva línea se llamaba NAFA (nuevo acceso ferroviario a Andalucía), y se inauguró en el año 1992 coincidiendo con la Expo '92 celebrada en Sevilla. En sus primeros años ya se consiguió llegar a una velocidad comercial de 300km/h, y la nueva línea supuso una reducción de unas 3 horas y 30 minutos de viaje respecto a su antecesora, dejando el tiempo de viaje en 2 horas y 30 minutos.

Los éxitos de esta línea supusieron un antes y un después en el mundo ferroviario español. En los años anteriores a la llegada del AVE, la cuota de mercado del ferrocarril respecto al avión apenas llegaba al 20%, mientras que en los años posteriores esta cifra se ha disparado llegando a superar el 80% de cuota respecto al avión. Con estos datos, el gobierno decidió apostar firmemente por la alta velocidad, llegando a promover un proyecto muy ambicioso de conectar todas las provincias españolas mediante este medio de transporte.

La siguiente línea planificada fue la de Madrid-Barcelona, que concluyó el año 2008, consiguiendo cuotas de mercado del 60% de AVE respecto al avión, cuando anteriormente estas cifras apenas llegaban al 10%.

Durante este proceso de construcción de la línea Madrid-Barcelona, se fueron construyendo paulatinamente nuevas líneas hasta alcanzar la segunda posición mundial de países en cuanto a kilómetros de líneas de alta velocidad. En la tabla 9 podemos ver los kilómetros de alta velocidad de los países que más están implantado este nuevo medio de transporte y la relación con el número de habitantes y superficie de los países.

País	Superficie	Nº habitantes	Km LAV	Sup/Km LAV	Hab/Km LAV
China	9.596.961	1.369.811.000	18.801	510	72.858
Japón	377.835	127.131.800	2.734	138	46.500
España	504.645	46.524.943	2.623	192	17.735
Francia	675.417	66.952.000	2.036	332	32.884
Alemania	357.168	81.292.400	1.173	304	69.303
Italia	301.338	60.782.897	923	326	65.854
Turquía	783.562	79.414.269	688	1.139	115.428
Corea del Sur	100.210	49.540.000	598	168	82.843
Taiwán	36.200	23.113.990	354	102	65.294

Tabla 9: Comparación entre países de aprovechamiento de la alta velocidad (Fuente: Elaboración propia)

Como vemos en la tabla, España es el país con una relación entre superficies y habitantes por kilómetros de alta velocidad construidos más bajas que en el resto de países que están desarrollando este sistema.

2.3.5 Ventajas alta velocidad

Las ventajas principales que ofrece este medio respecto a sus competidores se basan en tres puntos:

- La puntualidad: este servicio cumple los horarios en un 99% de los casos. El resto de transportes depende de variables, como el tráfico o el tiempo que no afecta a la alta velocidad.
- La seguridad: al ser una vía preferente para el servicio de trenes de pasajeros de alta velocidad, y tener un sistema como el ERTMS de control, reduce al máximo la posibilidad de haber accidentes.
- El confort: hay posibilidad de aprovechar el viaje realizando otras actividades, sin conducir, y pudiéndote desplazar por los diferentes coches del tren, opciones que los otros dos modos no pueden ofrecer.

3 Optimización de las infraestructuras de transporte españolas

3.1 Consideraciones previas líneas de AVE

Para la elaboración de esta tesina, se han tenido que tomar ciertas hipótesis que se enumeraran a continuación de manera que se puedan unificar los tiempos de viaje desde las diferentes capitales de provincia a los aeropuertos correspondientes.

3.1.1 Hipótesis 1

Todas las líneas son de alta velocidad, con velocidades comerciales de 320km/h y preferentes para trenes de pasajeros.

3.1.2 Hipótesis 2

Los trenes que circulan por las líneas de alta velocidad son AVE de la serie 103, fabricados por Siemens, que veremos a continuación en la imagen 2, con sistema de señalización ERTMS y una velocidad de circulación de 320km/h. La aceleración de 0 a 320 km/h la consigue en 380s y la distancia de frenado es de 3.900 metros, según datos proporcionados por RENFE en la ficha técnica de la serie 103.



Imagen 2: Tren Siemens serie 103

3.1.3 Hip3tesis 3

Las paradas intermedias en las diferentes estaciones son de 3 minutos, y el coste medio de construcci3n de un kil3metro de v3a se estima en 17,5 millones de euros para l3neas sobre la superficie, y de 50 millones de euros para l3neas subterr3neas.

3.1.4 Resultado de las hip3tesis

Seg3n las consideraciones previas he elaborado la tabla 10 relacionando tiempo de viaje con las distancias en funci3n de las paradas intermedias, y la tabla 11, relacionando velocidades medias con distancias dependiendo de las paradas.

Distancia km	Tiempo (min)					
	Paradas intermedias					
	0	1	2	3	4	5
100	23	30	36	43	50	57
200	41	48	55	62	69	76
300	60	67	74	81	88	95
400	79	86	93	100	106	113
500	98	105	111	118	125	132
600	116	123	130	137	144	151

Tabla 10: Tiempo de viaje según distancia y paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia)

Distancia km	Velocidad media (km/h)					
	Paradas intermedias					
	0	1	2	3	4	5
100	264,93	203,07	164,64	138,43	119,43	105,01
200	289,87	248,47	217,42	193,26	173,94	158,13
300	299,26	268,47	243,43	222,66	205,15	190,20
400	304,19	279,73	258,92	240,98	225,37	211,66
500	307,23	286,96	269,19	253,50	239,54	227,04
600	309,28	291,98	276,51	262,60	250,02	238,59

Tabla 11: Velocidad media según distancia y paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia)

Se subrayará en amarillo el número de paradas más común para cada ruta, teniendo en cuenta que esta puede variar en función de los horarios y de la demanda de las regiones.

3.2 Consideraciones previas optimización final

3.2.1 Hipótesis 1

Los aeropuertos que van a permanecer abiertos y operativos para el transporte de pasajeros tendrán conexión directa de alta velocidad para facilitar el desplazamiento de los viajeros afectados por el cierre de los otros aeropuertos.

3.2.2 Hipótesis 2

Las distancias entre capitales de provincia y aeropuertos se calcularán respetando la planificación de alta velocidad elaborada por el gobierno español en los documentos del PITVI (Plan de Infraestructuras, Transporte y Viviendas) vigente

desde el año 2012 hasta el 2024, como se ve en la imagen 3 del mapa de alta velocidad previsto.



Imagen 3: Red ferroviaria de alta velocidad según PITVI (Fuente: Ministerio de Fomento)

3.3 Reducción número de aeropuertos

El gobierno español lleva desde la década de los años 90 del siglo pasado apostando fuertemente por una red de ferrocarril de alta velocidad que llegue a todas las provincias de España. Dicha planificación se está llevando a cabo y construyéndose paulatinamente, y se prevé que esté finalizada alrededor del año 2026. Como se ha ido viendo anteriormente, España tiene una gran cantidad de infraestructuras, muchas de ellas infrautilizadas y en algunos casos doblando servicios de diferentes transportes que provocan pérdidas anuales muy elevadas. Como se ha visto anteriormente, es necesario hacer una separación entre los tres modos de transporte analizados. El automóvil es un transporte privado, con una capacidad reducida de aforo. Mientras que el tren y el avión son transportes colectivos con una capacidad de transporte más elevada, con velocidades más altas y tiempo de viaje

menores. En esta tesina optimizaremos las infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.

Debido a la fuerte apuesta por el AVE, intentaremos reducir el número de aeropuertos, intentando enfocar este servicio a viajes de larga distancia, considerados a partir de 350 kilómetros, e internacionales. Al mismo tiempo, desviaríamos los vuelos de los aeropuertos cerrados a los aeropuertos más cercanos, dotándoles de más ofertas de destino e intentando cambiar la tendencia deficitaria de estos, como veremos en la tabla 12 los resultados económicos del año 2014. Logrando este propósito, nos encontraremos con aeropuertos más competitivos y con costes menores de mantenimientos en el cómputo general.

CIERRE 2014 (Millones €)	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	EBITDA	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	RESULTADO FINANCIERO	RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	NÚMERO DE PASAJEROS	NÚMERO DE OPERACIONES	OPERACIONES DIARIAS
TODOS	3.121,78	2.067,39	1.855,68	1.054,39	-402,80	651,60			
TODOS PENINSULA	2.323,02	1.601,75	1.372,55	721,00	-411,89	309,06			
BARCELONA	721,59	356,76	509,59	364,82	-25,54	339,28	37.558.981	283.851	777,67
ALICANTE	142,70	90,48	96,41	52,22	-1,70	50,53	10.066.067	71.571	196,08
MADRID (BARAJAS)	933,86	610,08	566,66	323,78	-296,24	27,54	41.833.686	342.604	938,64
MÁLAGA	199,74	161,74	114,29	38,00	-19,99	18,00	13.748.976	108.261	296,61
SEVILLA	47,95	33,13	24,60	14,81	1,68	16,49	3.885.434	42.379	116,11
BILBAO	50,58	32,42	29,63	18,16	-3,81	14,35	4.015.350	42.590	116,68
VALENCIA	61,05	46,75	33,95	14,31	-5,08	9,22	4.597.095	56.438	154,62
GIRONA	24,35	22,49	10,28	1,87	-1,05	0,82	2.160.745	20.630	56,52
MURCIA	11,99	11,40	4,62	0,59	-1,29	-0,70	1.095.471	9.081	24,88
BADAJOS	1,66	2,99	0,30	-1,32	-0,67	-1,99	39.600	1.838	5,04
ALBACETE	0,80	2,78	-0,47	-1,99	-0,70	-2,69	1.411	540	1,48
ASTURIAS	11,67	13,68	2,03	-2,01	-1,76	-3,78	1.095.471	11.715	32,10
HUESCA	0,12	3,53	-1,38	-3,42	-1,56	-4,97	262	890	2,44
BURGOS	0,31	3,59	-1,60	-3,28	-1,70	-4,98	21.623	2.431	6,66
SALAMANCA	0,43	4,67	-2,95	-4,24	-1,12	-5,36	18.349	5.486	15,03
SAN SEBASTIAN	2,48	6,38	-2,22	-3,90	-1,50	-5,40	245.422	6.057	16,59
LOGROÑO	1,35	5,51	-2,37	-4,16	-1,61	-5,77	12.237	1.221	3,35
SANTANDER	7,52	11,10	0,20	-3,58	-2,26	-5,85	815.636	10.333	28,31
CORDOBA	0,31	3,16	-1,41	-2,84	-3,13	-5,98	6.598	6.580	18,03
GRANADA	7,70	11,78	-0,40	-4,08	-2,02	-6,10	650.542	10.348	28,35
A CORUÑA	12,36	14,51	3,35	-2,15	-3,98	-6,14	989.153	14.812	40,58
VALLADOLID	2,08	7,13	-2,93	-5,06	-1,56	-6,61	223.583	4.389	12,02
MADRID (4VIENTOS)	1,40	5,90	-3,35	-4,76	-2,18	-6,94	2.228	33.217	91,01
SABADELL	0,84	5,75	-3,15	-4,91	-2,05	-6,96	2.686	27.069	74,16
LEÓN	0,56	5,16	-1,23	-4,60	-2,47	-7,07	23.133	1.397	3,83
ALMERÍA	9,03	14,15	0,58	-5,12	-2,59	-7,72	7.452.261	10.760	29,48
REUS	9,09	13,91	0,52	-4,82	-3,33	-8,15	850.492	15.986	43,80
JEREZ	10,12	15,70	-0,14	-5,58	-2,87	-8,45	75.809	38.358	105,09
ZARAGOZA	7,71	13,54	-0,83	-5,83	-3,45	-9,29	418.580	7.042	19,29
VITORIA	3,99	10,36	-1,69	-6,37	-3,13	-9,50	7.073	5.890	16,14
PAMPLONA	1,68	9,33	-3,85	-7,65	-2,85	-10,50	138.312	5.459	14,96
VIGO	9,14	16,52	-0,45	-7,38	-3,47	-10,85	680.387	9.914	27,16
SANTIAGO	26,86	35,37	5,96	-8,51	-6,91	-15,42	2.084.203	19.434	53,24

Tabla 12: Resultados económicos de los aeropuertos españoles en el 2014 (millones de €) (Fuente: Elaboración propia)

Como vemos claramente, solamente 8 aeropuertos reportan beneficios a las arcas del Estado. El resto de aeropuertos de la península acumulan pérdidas año tras otro. A partir de esta tabla de resultados anuales de los aeropuertos y de la situación geográfica de las diferentes provincias españolas, intentando ubicar un aeropuerto a menos de 400 kilómetros, decidimos quedarnos con 8 aeropuertos, eligiendo el de Girona por el de Santiago por estar situado en una zona estratégica geográficamente en la comunidad de Galicia, cerrando el uso al resto para el tráfico de pasajeros, y desviándolo al resto de aeropuertos mediante conexiones de alta velocidad desde el centro de estas ciudades hasta la conexión aérea más cercana.

3.3.1 Aeropuertos económicamente viables y con una situación estratégica geográficamente.

3.3.1.1 Madrid-Adolfo Suarez

Es el aeropuerto de la capital del país, además está situado justo en el centro, lo que le da una situación privilegiada respecto al resto de ciudades y el que reúne más pasajeros anuales, con casi 42 millones de usuarios. Arroja pérdidas estos últimos años debido a las fuertes inversiones realizadas. Tiene conexiones con prácticamente cualquier tipo de transporte público. La estación de AVE de Atocha está a unos 16,5 km del aeropuerto, por lo que sería necesaria construir una conexión directa. Recibirá el tráfico de los aeropuertos de: León, Salamanca, Valladolid y Badajoz. Además los usuarios de las ciudades siguientes ciudades sin aeropuerto: Ávila, Palencia, Segovia, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Soria, Toledo y Cáceres.

3.3.1.2 Barcelona-El Prat

Es el segundo en número de pasajeros con casi 38 millones de usuarios y el primero que más beneficios reporta al Estado. Está situado en Catalunya y tiene malas conexiones con transporte público a pesar de que recientemente se ha inaugurado el metro que une la estación de Sants con el aeropuerto. Se deberá construir una conexión desde esta estación de AVE, separada por unos 12 kilómetros.

Recibirá el tráfico de los aeropuertos de Reus (Tarragona), de Girona, Huesca y Zaragoza, además de los pasajeros de la ciudad de Lleida que no posee ningún aeropuerto gestionado por Aena.

3.3.1.3 Málaga-Costa del Sol

Ocupa la tercera posición en relación al número de pasajeros que recibe anualmente con cerca de 14 millones de usuarios. Está situado en la costa del Sol, un enclave turístico español, por lo que absorbe muchos pasajeros en épocas vacacionales. No tiene conexión directa con AVE desde el centro de la ciudad, por lo que deberá construirse una línea que los una. La estación de alta velocidad de la capital de la costa del Sol María Zambrano, está situada a una distancia de 9 kilómetros respecto al aeropuerto.

Recibirá los pasajeros de los aeropuertos de Almería y del aeropuerto de Granada-Jaén.

3.3.1.4 Alicante-Elche

Es el cuarto aeropuerto en cuanto a número de pasajeros, con un poco más de 10 millones de usuarios. Está situado en la Costa Blanca y es un aeropuerto que recibe una gran cantidad de viajeros en época vacacional. Tampoco existe conexión directa con el AVE, por lo que deberá construirse una línea que una esta ciudad con el aeropuerto. La estación de AVE de esta ciudad se llama Alicante-Terminal y está a una distancia de 10 kilómetros con el aeropuerto.

Recibirá el tráfico de los aeropuertos de Albacete y de Murcia.

3.3.1.5 Valencia-Arturo Michelena

Ocupa la sexta posición en relación al número de usuarios anuales, con un poco más de 4,5 millones de pasajeros. Se encuentra en la capital de la Comunidad Valenciana y como en los casos anteriores tampoco dispone de conexión con la alta velocidad. La estación de AVE se llama Valencia Joaquín Sorolla y está a unos 10 kilómetros del aeropuerto.

Recibirá los pasajeros de las ciudades sin aeropuerto de Teruel y Castellón.

3.3.1.6 Bilbao

Es el aeropuerto más importante del norte de España con un poco más de 4 millones de usuarios al año. Se encuentra en la capital del País Vasco, y entre los aeropuertos de Barcelona, Madrid y Santiago. La estación de AVE es Bilbao-Abando y se encuentra a 6 kilómetros del aeropuerto

Recibirá el tráfico de los aeropuertos de Burgos, Pamplona, Vitoria, San Sebastián, Santander, Oviedo y Logroño.

3.3.1.7 Sevilla-San Pablo

Ha sido uno de los aeropuertos más importantes de España hasta la llegada del AVE que ha visto como reducían en gran cantidad sus números de usuarios, aun así cuenta con casi 4 millones de usuarios anualmente. La principal estación de AVE es Sevilla-Santa Justa y se encuentra a 8 kilómetros del aeropuerto, no está prevista la conexión entre ambos.

Recibirá el tráfico de los aeropuertos de Jerez (Cádiz) y de Córdoba, además de los pasajeros de la ciudad de Huelva, actualmente sin aeropuerto.

3.3.1.8 Santiago de Compostela

Ocupa la décima posición en relación al número de pasajeros con un poco más de 2 millones de usuarios al año. En gran parte se debe al reporta de usuarios con otros dos aeropuertos cercanos como son el de Vigo y el de La Coruña. La estación de AVE se llama Dialoga, y está a unos 13 kilómetros del aeropuerto

Recibirá el tráfico de estos dos últimos aeropuertos, además de los usuarios de las ciudades sin aeropuerto como Pontevedra, Ourense, Lugo y Zamora.

3.3.2 Tráfico de pasajeros después de cierre aeropuertos

Después de eliminar los aeropuertos con pérdida o con pocos usuarios y transfiriendo los usuarios a los aeropuertos correspondientes el tráfico en los aeropuertos que seguirían operando será el siguiente según la tabla 13.

Aeropuertos	NÚMERO DE PASAJEROS OPTIMIZADO	NÚMERO DE PASAJEROS ACTUALES	Aumento
MADRID	42.140.579	41.833.686	0,73%
BARCELONA	40.989.060	37.558.981	9,13%
MALAGA	14.399.518	13.748.976	4,73%
ALICANTE	11.162.949	10.066.067	10,90%
BILBAO	6.341.115	4.015.350	57,92%
VALENCIA	4.597.095	4.597.095	0,00%
SEVILLA	3.967.841	3.885.434	2,12%
SANTIAGO	3.753.743	2.084.203	80,10%

Tabla 13: Pasajeros tras cierre aeropuertos y aumento porcentual (Fuente: Elaboración propia)

Solamente los aeropuertos de Bilbao y Santiago verían comprometida su capacidad con estos cambios y habría que ver si serían capaces de absorber estos aumentos de números de pasajeros. En el resto de casos los aumentos son relativamente pequeños y con pequeños ajustes sería posible absorber dichos incrementos.

4 Resultado de la optimización por comunidades

4.1 Castilla y León

Es la comunidad con mayor superficie de España, situada en la meseta central (Imagen 4), entre la cordillera de Guadarrama, Portugal y la cordillera Cantábrica. Cuenta con 2.528.417 habitantes y la ciudad más poblada es Valladolid. Está dividida en 9 comunidades: Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora, como vemos en la imagen 5.



Imagen 4: Ubicación Castilla y León



Imagen 5: Provincias de Castilla y León

4.1.1 Infraestructuras

4.1.1.1 Autovías

Cuenta con tres autovías principales que recorren toda la comunidad. La autovía del Norte A-1, en la red europea tiene la denominación E-5, y va desde Madrid hasta Irún, pasando por la provincia de Segovia, y por la Burgos. La autovía Noroeste A-6, que va desde Madrid hasta La Coruña y pasa por las provincias de Segovia, Valladolid y León (sin pasar directamente por ninguna capital de provincia) y la Autovía de Castilla A-62, con origen la frontera con Portugal hasta Burgos, pasando por las ciudades de Salamanca, Valladolid y Palencia. Dispone además de otras autovías con menor tráfico que vertebran a la perfección la comunidad, dotándola de conexiones vía automóvil muy eficientes.

4.1.1.2 Aeropuertos

Castilla y León cuenta actualmente con 4 aeropuertos gestionados por Aena, en las ciudades de León, Burgos, Salamanca y Valladolid, las cuatro poblaciones con más número de habitantes.

1. El aeropuerto de León cuenta con cuatro destinos habituales, todos ellos nacionales, Barcelona, Palma de Mallorca, Menorca e Ibiza.
2. El aeropuerto de Burgos con vuelos regulares a Barcelona y estacionales a las Islas baleares.
3. El aeropuerto de Salamanca también cuenta con vuelos regulares a Barcelona, y estacionales a las Islas Baleares y las Islas Canarias.

4. El aeropuerto de Valladolid es el más importante de la comunidad, cuenta con 10 veces más pasajeros que los tres anteriores y tiene vuelos regulares a Barcelona y París, además de vuelos estacionales, a las diferentes islas de España.

Los cuatro aeropuertos apenas acogen menos de 300.000 pasajeros al año, cifras que representan un 0,2% de los pasajeros de todos los aeropuertos de la parte española de la península. Además suponen para el Estado unas pérdidas anuales de 24 millones de euros.

Las distancias y tiempos de viaje a los aeropuertos de las ciudades más cercanas en la actualidad son los expuestos en la tabla 14 de abajo.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto mas cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Ávila	168.638		Salamanca	94	60
Burgos	365.972	Si		7,5	12
León	497.387	Si		10	19
Palencia	173.281		Valladolid	60	41
Salamanca	351.326	Si		18	18
Segovia	159.322		Madrid	106	70
Soria	93.593		Burgos	148	108
Valladolid	521.661	Si		15	20
Zamora	197.237		Salamanca	92	61

Tabla 14: Aeropuertos más cercanos según provincia de Castilla y León y tiempo de viaje en automóvil
(Fuente: Elaboración propia)

4.1.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Las principales líneas de alta velocidad de Castilla y León según capitales de provincia en función de la conexión más cercana al aeropuerto son:

1. **Zamora**-Olmedo-Segovia-Madrid
2. **León**-Palencia-Valladolid-Olmedo-Segovia-Madrid
3. **Salamanca**-Olmedo-Segovia-Madrid
4. **Ávila**-Segovia-Madrid
5. **Burgos**-Vitoria-Bilbao

6. Soria-Medinaceli-Guadalajara-Madrid

4.1.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Teniendo en cuenta las consideraciones previas y las distancias entre las capitales de provincia y eliminando los aeropuertos deficitarios, he elaborado una tabla con los diferentes tiempos de acceso al aeropuerto más cercano utilizando las líneas de alta velocidad ferroviaria en la tabla número 15. En amarillo están los tiempos más aproximados en función de las paradas intermedias de cada línea de alta velocidad.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Ávila	154	33	40	47	53	60	67
Burgos	158	34	40	47	54	61	68
León	333	66	73	80	87	94	101
Palencia	240	49	56	63	70	76	83
Salamanca	274	55	62	69	76	83	90
Segovia	100	23	30	36	43	50	57
Soria	231	47	54	61	68	75	82
Valladolid	193	40	47	54	61	68	75
Zamora	248	50	57	64	71	78	85

Tabla 15: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Castilla y León (Fuente: Elaboración propia)

Los tiempos de desplazamiento varían desde los 30 minutos para Segovia, la ciudad con menor distancia respecto al aeropuerto más cercano, y León con 1 hora y 40 minutos de desplazamiento hasta su destino.

Todas las capitales de provincia, a excepción de Burgos, redirigirán su tráfico de pasajeros hacia el aeropuerto de Madrid, mientras que el de Burgos irá hacia Bilbao debido a su proximidad.

4.2 Andalucía

Es la comunidad más al sur de la parte española de la península, separada por unos 14 kilómetros del continente africano, como vemos en la imagen 6 de abajo. Es

la comunidad más cálida de España y su fuente principal de ingresos está muy ligada al turismo debido al buen tiempo y a las numerosas playas. Asimismo, es la segunda comunidad más grande en cuanto a superficie, y la segunda en número de habitantes, con un total de casi 7 millones de personas. Está formada por ocho provincias, Sevilla, Cádiz, Málaga, Córdoba, Jaén, Huelva, Granada y Almería, de las cuales las dos primeras son las más pobladas, dispuestas como vemos en la imagen 7 a continuación.



Imagen 6: Ubicación Andalucía



Imagen 7: Provincias de Andalucía

4.2.1 Infraestructuras

4.2.1.1 Autovías

La red de carreteras de la comunidad andaluza es bastante extensa debido a la gran cantidad de ciudades importantes que alberga. Se han transformado prácticamente todas las carreteras nacionales que unían las ciudades más habitadas y más cercanas, dotando al territorio de una muy buena conexión en automóvil.

Las principales autovías que vertebran la geografía andaluza son la autovía del Sur (A-4), que las capitales de provincia de Cádiz y Córdoba, pasando por Sevilla, la autovía A-92, que conecta Sevilla y Granada, la E-15 que recorre toda la costa del Mediterráneo desde Gibraltar hasta Cartagena, pasando por Málaga y Almería y la A-44 que une Jaén con Granada.

4.2.1.2 Aeropuertos

Andalucía cuenta con 6 aeropuertos gestionados por Aena en las ciudades de Málaga, Sevilla, Granada, Almería, Jerez, y el existente entre Granada y Jaén.

1. El aeropuerto de Málaga es el tercero más importante de España en cuanto a números de pasajeros, con unos 14 millones de usuarios al año. Tiene 138 destino diferentes.
2. El aeropuerto de Sevilla, es el tercero en número de pasajeros en la comunidad, con unos 4 millones de usuarios al año, y el segundo en cuanto a número de destinos, con 44.
3. El aeropuerto de Almería es el segundo en número de pasajeros, con unos 7 millones de usuarios al año, pero con solamente 28 destinos, es un aeropuerto utilizado principalmente en las épocas de vacaciones.
4. El aeropuerto de Jerez, en la provincia de Cádiz, tiene solamente 79.000 usuarios, y 15 destinos, y también es un aeropuerto vacacional.
5. El aeropuerto de Granada-Jaén tiene unos 650.000 usuarios al año y solamente 5 destinos.
6. El aeropuerto de Córdoba no llega a los 7000 usuarios y no cuenta con ninguna aerolínea que opere habitualmente en el aeropuerto.

Las distancias y tiempos de viaje a los aeropuertos de las ciudades más cercanas en la actualidad son los expuestos en la tabla 16 de abajo.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto mas cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Huelva	520.017		Sevilla	103	73
Sevilla	1.941.480	Si		9	15
Cadiz	1.240.284	Jerez		44	32
Malaga	168.973	Si		14	22
Cordoba	795.611	Si		11	21
Jaen	654.170	Si con Granada		96	55
Granada	917.297	Si con Jaen		18	24
Almeria	701.211	Si		9	13

Tabla 16: Aeropuertos más cercanos según provincia de Andalucía y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.2.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Las principales líneas de alta velocidad de Castilla y León según capitales de provincia en función de la conexión más cercana al aeropuerto son:

1. **Granada-Motril-Málaga**
2. **Almería-Motril-Málaga**
3. **Huelva-Sevilla**
4. **Cádiz-Sevilla**
5. **Jaén-Córdoba-Sevilla**

4.2.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Optimizando las infraestructuras, el tiempo de viaje de las capitales de provincia al aeropuerto más cercano quedarían de la siguiente manera según la tabla 17 que viene a continuación.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Huelva	103	23	30	37	44	51	58
Sevilla	9	8					
Cádiz	125	27	34	41	48	55	62
Málaga	14	10					
Córdoba	138	30	37	44	50	57	64
Jaen	209	43	50	57	64	71	78
Granada	139	30	37	44	51	58	64
Almería	219	45	52	59	66	73	79

Tabla 17: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Andalucía (Fuente: Elaboración propia)

En este caso, al tener dos grandes aeropuertos con beneficios dentro de la misma comunidad, los tiempos de viaje se reducen considerablemente, y varían desde los 30 minutos de Huelva, hasta la 1 hora y 4 minutos de Jaén que es la ciudad más alejada del aeropuerto principal más cercano.

La ciudad de Huelva, Córdoba y Cádiz redirigían sus pasajeros al aeropuerto de Sevilla, mientras que los de Granada, Almería y Jaén irían hacia Málaga.

4.3 Castilla la Mancha

Es una comunidad autónoma situada en el centro de la meseta española, colindando con la comunidad de Madrid, Castilla y León, Extremadura, Murcia, la

Comunidad Valenciana, Aragón y Andalucía. Es un nexo de unión muy importante entre el sur, y el este con el resto de España debido a su situación geográfica, como vemos en la imagen 8. Tiene 4.761.701 habitantes, divididos en cinco provincias, Toledo, la capital y la más habitada con prácticamente 700.000 habitantes, Albacete, Ciudad Real, Guadalajara y Cuenca, tal y como se indica en la imagen 9 de abajo.



Imagen 8: Ubicación Castilla la Mancha



Imagen 9: Provincias de Castilla la Mancha

4.3.1 Infraestructuras

4.3.1.1 Autovías

Castilla la Mancha es la comunidad con mayor número de autovías o autopistas, con un total de 2790 kilómetros debido a su situación geográfica en una posición intermedia entre la capital y la comunidad Valenciana y Andalucía sobretodo.

De todas ellas destacaremos las que unen y vertebran mejor su territorio. Las principales vías de desplazamiento por automóvil son, la A-4, que une Ciudad Real con Madrid (esta autopista llega hasta Sevilla), la autopista AP-36, que une Albacete con Madrid, y por otro lado Albacete con Alicante, y la A-2 que une Guadalajara con Madrid, esta última vía es una de las más transitadas ya que une la capital con otra de las ciudades más relevantes de España, como es Barcelona, pasando por Zaragoza y por Lleida.

4.3.1.2 Aeropuertos

En esta comunidad, debido a la fuerte conexión con el centro de España solamente dispone de un aeropuerto, situado en la provincia más alejada de Madrid,

Albacete. Sin embargo, no existen vuelos regulares en este aeropuerto, solamente se usa para vuelos chárter en épocas vacacionales.

Los tiempos de viaje mediante automóvil a los aeropuertos más cercanos son los siguientes expuestos en la tabla 18.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto mas cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Albacete	394.928	Si		7	13
Ciudad Real	514.143		Madrid	202	138
Cuenca	206.594		Albacete	48	35
Guadalajara	254.558		Madrid	48	35
Toledo	692.544		Madrid	84	55

Tabla 18: Aeropuertos más cercanos según provincia de Castilla y la Mancha y tiempo de viaje en automóvil
(Fuente: Elaboración propia)

4.3.1.3 Alta velocidad

Castilla la Mancha ha sido la primera comunidad en tener estaciones de trenes AVE en todas las capitales de provincia. Las líneas operativas que unen las capitales de los aeropuertos más cercanos son:

1. **Guadalajara-Madrid**
2. **Ciudad Real-Toledo-Madrid**
3. **Albacete-Alicante**
4. **Cuenca-Madrid**

4.3.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Con la optimización, y el uso de la alta velocidad para conectar las capitales con los aeropuertos económicamente viables más cercanos los tiempos de desplazamientos quedarían de la siguiente manera según la tabla 19, en amarillo se describen los tiempos según las paradas intermedias más habituales.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Albacete	171	36	43	50	57	64	70
Ciudad Real	202	42	49	56	62	69	76
Cuenca	190	40	46	53	60	67	74
Guadalajara	58	15	22	29	35	42	49
Toledo	71	17	24	31	38	45	52

Tabla 19: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Castilla la Mancha
(Fuente: Elaboración propia)

Como vemos en la anterior tabla, la provincia de Guadalajara, debido a su proximidad con Madrid, es la que tiene un tiempo de desplazamiento menor de 22 minutos, y Ciudad Real, la ciudad más alejada es la que tiene un tiempo mayor. Cuenca y Toledo también tienen como aeropuerto más próximo el de la capital, mientras que Albacete, debido a su mayor proximidad con la comunidad Valenciana, los usuarios aeroportuarios deberían desplazarse hasta Alicante, en unos 43 minutos de viaje.

4.4 Aragón

Está situada en el norte de la península Ibérica, limita con Francia por los Pirineos, con Cataluña por el Este, y con Castilla y León, Castilla la Mancha, Navarra y la Comunidad Valenciana, como veremos en la imagen 10 de ubicación de la comunidad en el país. Tiene menos de un millón y medio de habitantes, distribuidos en tres provincias, Zaragoza, la capital y la más habitada, Huesca y Teruel, como vemos en la imagen 11 a continuación.



Imagen 10: Ubicación Aragón



Imagen 11: Provincias de Aragón

4.4.1 Infraestructuras

4.4.1.1 Autovías

Aragón es una comunidad que conecta diferentes partes de España, siendo clave intermediando entre las dos comunidades más importantes económicamente hablando como son Catalunya y la Comunidad de Madrid. Por esta zona pasa la autovía que une a las dos ciudades más importantes de España, la A-2.

La otra gran vía de desplazamiento por carretera que es importante destacar es la A-23, que une Huesca con Teruel, pasando por Zaragoza, es decir las tres capitales de provincia. Las tres ciudades están muy bien unidas entre ellas, además de tener conexiones por carretera con otras comunidades debido a su enclave geográfico.

4.4.1.2 Aeropuertos

Aragón posee dos aeropuertos, uno en Zaragoza y otro en Huesca.

1. El aeropuerto de Zaragoza, es el más importante con casi 500.000 pasajeros anuales y con 11 destinos diferentes de los cuales 6 son destinos internacionales.
2. El aeropuerto de Huesca es un punto estratégico de conexión con el Pirineo aragonés, no tiene vuelos regulares ni de larga distancia.

Las distancias vía automóvil a los aeropuertos actuales más cercanos son los siguientes desglosadas en la tabla 20 a continuación.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto mas cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Huesca	227.609	Si		7	13
Zaragoza	978.130	Si		14	17
Teruel	143.728		Valencia	145	90

Tabla 20: Aeropuertos más cercanos según provincia de Aragón y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.4.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Las principales líneas de alta velocidad ferroviaria que conectan las capitales con los aeropuertos más cercanos son:

1. **Teruel-Valencia**
2. **Huesca-Zaragoza-Lleida-Tarragona-Barcelona**

4.4.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Usando estas líneas como medio para el desplazamiento de pasajeros de estas provincias a los aeropuertos más próximos, los tiempos de viaje hasta las zonas aeroportuarias quedarían de la siguiente manera tal y como se recoge en la tabla 21.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Huesca	368	73	80	87	94	100	107
Zaragoza	296	59	66	73	80	87	94
Teruel	145	31	38	45	52	59	66

Tabla 21: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Aragón (Fuente: Elaboración propia)

Aquí los tiempos de viaje comparados con las otras comunidades son ligeramente superiores, sobretudo en Huesca y Zaragoza, debido principalmente que ningún de los aeropuertos que operan actualmente son viables económicamente, y deberían desaparecer, por lo que las distancias que conectan las capitales de provincias con los ciudades con aeropuertos son mayores, aun así las conexiones son relativamente cortas ya que Huesca estaría a tan solo una hora y media de uno de los

aeropuertos más importantes de Europa. Huesca y Zaragoza verían a sus pasajeros desplazados a Barcelona, mientras que los de Teruel deberían ir a Valencia, por ser el aeropuerto más próximo.

4.5 Extremadura

Esta comunidad se encuentra al este de Portugal, al norte de Andalucía, al sur de Castilla y León y al oeste de Castilla y la Mancha, como vemos en la imagen 12 de abajo. Es una de las zonas más pobres de España, y sus actividades principales la agricultura y la ganadería, siendo la comunidad con mayor producción de tabaco del país y una de las principales productoras de aceite y uno de los productos estrella de la marca España como es el jamón ibérico. Tiene apenas un millón de habitantes y está dividida en dos provincias, las más grandes de España, Cáceres y Badajoz, que se distribuyen el territorio tal y como veremos en la imagen 13.



Imagen 12: Ubicación Extremadura



Imagen 13: Provincias de Extremadura

4.5.1 Infraestructuras

4.5.1.1 Autovías

Debido a su cercanía con Portugal, es una zona propensa a interactuar con el país vecino, además de ser intermediaria entre la conexión Portugal con la capital española.

Las principales conexiones vía autovía son la E-5, que conecta Portugal con Madrid, pasando por Badajoz, y la A-66 que conecta Salamanca con Córdoba

pasando por Cáceres. No existe una autovía que conecte directamente las dos capitales de provincia de la comunidad, por lo que es preciso usar parte de las dos autovías principales de vertebran su territorio.

4.5.1.2 Aeropuertos

En Extremadura solamente hay un aeropuerto, en Badajoz, con apenas 40.000 pasajeros al año, y con vuelos regulares a Barcelona y Madrid, y también alcanza destinos como París o Gran Canaria en vuelos semanales.

La situación actual de tiempo de viaje en automóvil al aeropuerto más cercano operando actualmente, en relación al tiempo y a la distancia es la siguiente expuesta en la tabla 22.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto más cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Badajoz	691.715	Si		18	21
Cáceres	413.766		Badajoz	120	80

Tabla 22: Aeropuertos más cercanos según provincia de Extremadura y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.5.1.3 Alta velocidad Ferroviaria

La línea principal de alta velocidad que vertebra la comunidad es la que une Extremadura con Madrid.

1. Badajoz-Cáceres-Madrid

4.5.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Utilizando la alta velocidad, para conectar estas dos ciudades con los aeropuertos más cercanos y más importantes, según la planificación del AVE en el PITVI, los tiempos de desplazamiento quedarían de la siguiente manera descrita en la tabla 23.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Badajoz	401	79	86	93	100	107	114
Cáceres	297	60	66	73	80	87	94

Tabla 23: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Extremadura (Fuente: Elaboración propia)

Las conexiones más cercanas deberían ser con Sevilla, pero no está prevista la conexión ferroviaria de esta comunidad con Andalucía, por lo que el aeropuerto más cercano sería el de Madrid. La construcción de una línea de uniera Extremadura con Andalucía para conectar las capitales de provincia con Sevilla no supondría una bajada en los tiempos de viaje muy significativa, por lo que se descarta esta opción.

4.6 Catalunya

Es la comunidad situada más al Noreste de la península Ibérica, limitada con el norte por Francia, el oeste Aragón, el sur la Comunidad Valenciana, y por el este con el Mar Mediterráneo, como se ve en la imagen 14 de abajo. Es uno de los motores económicos del país debido a su fuerte industria, y la comunidad más habitada con unos 7,5 millones de habitantes. Está dividida, como vemos en la imagen 15, en cuatro provincias, Barcelona, la más habitada y capital de la comunidad, Tarragona, Girona, y Lleida.



Imagen 14: Ubicación Catalunya



Imagen 15: Provincias de Catalunya

4.6.1 Infraestructuras

4.6.1.1 Autovías

Barcelona es la gran capital de la comunidad, con una diferencia de habitantes muy superior al resto de provincias, por lo que las principales vías de transporte por carretera pasan por ella.

La autopista A-2, descrita anteriormente, une Madrid con Barcelona, pasando por Lleida, y la AP-7 o E-15 la autopista del Mediterráneo, une las ciudades de Girona con Tarragona, pasando por Barcelona.

4.6.1.2 Aeropuertos

Catalunya cuenta con 4 aeropuertos gestionados por Aena, uno de los cuales se escapa de este estudio por estar diseñada para vuelos de larga distancia ni con aviones de gran capacidad

1. Aeropuerto del Prat, Barcelona, es el segundo en importancia de España con casi 40 millones de pasajeros al año, y el que más beneficios anuales reporta a las arcas del Estado, en torno a los 300 millones de € al año. Cuenta además con una amplia gama de ofertas de destino, alrededor de los 210.
2. El aeropuerto de Girona es el segundo en importancia de Catalunya, cuenta con 39 destinos y poco más de 2 millones de pasajeros al año.
3. El aeropuerto de Reus o de Tarragona tiene 21 destinos con vuelos regulares, y casi 900.000 pasajeros al año

Las distancias y tiempos de viaje en automóvil a los aeropuertos operativos actualmente quedan descritos en la tabla 24 a continuación.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto más cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Catalunya	7.518.903				
Lleida	438.001		Reus	95	60
Barcelona	5.523.784	Si		15	18
Girona	756.156	Si		16	17
Tarragona	800.962	Si	Reus	12	13

Tabla 24: Aeropuertos más cercanos según provincia de Catalunya y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.6.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Debido a las características geográficas de la comunidad, existe tan solo una línea principal de alta velocidad que une todas y cada una de las capitales de provincia, siendo parte también de la línea que une Madrid con Francia.

La línea en cuestión es:

1. Lleida-Tarragona-Barcelona-Girona

4.6.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Optimizando las infraestructuras aéreas y redirigiendo a los usuarios vía AVE al aeropuerto más cercano los tiempos de viaje son los siguientes descritos en la tabla 25.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Lleida	156	33	40	47	54	61	68
Barcelona	15	12					
Girona	100	23	30	36	43	50	57
Tarragona	98	22	29	36	43	50	57

Tabla 25: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Catalunya (Fuente: Elaboración propia)

Los usuarios se redirigirán a la zona aeroportuaria de Barcelona, con unos tiempos de viaje como máximo de 41 minutos para Lleida, y de menos de 30 minutos para Girona y Tarragona.

4.7 Galicia

La comunidad gallega está situada al noroeste de la península española, al sur limita con Portugal, al este con Asturias y Castilla y León, y por el oeste y el norte con el Océano Atlántico, como vemos en la imagen 16 de abajo. Habitan unos 2,75 millones de habitantes distribuidos por las 4 provincias que dividen el territorio, La Coruña, la provincia más habitada con prácticamente la mitad de la población de la comunidad y cuya capital es Santiago de Compostela, Ourense, Pontevedra cuya ciudad más poblada es Vigo (y también la más habitada de la comunidad) y Lugo, distribuida de la siguiente manera como veremos en la imagen 17 a continuación.



Imagen 16: Ubicación de Galicia



Imagen 17: Provincias de Galicia

4.7.1 Infraestructuras

4.7.1.1 Autovías

Galicia es una comunidad con muy buenas conexiones mediante autovías y autopistas. La zona más poblada es la de la costa oeste, tocando el océano atlántico, en las provincias de Pontevedra y La Coruña, por lo que una de las carreteras más importantes es la autopista AP-9 o E-1 que une las dos ciudades más pobladas, Vigo y La Coruña, pasando por Pontevedra y Santiago. Las dos otras autovías de cierta

relevancia son la A-6 que une Ponferrada con La Coruña, pasando por Lugo, y la A-52 que conecta Lugo con Vigo. Actualmente está en construcción la A-54 entre Santiago y Lugo y la A-56 entre Ourense y Lugo.

4.7.1.2 Aeropuertos

Actualmente coexisten 3 aeropuertos gestionados por Aena, el aeropuerto de Santiago, el de la Coruña y el de Vigo (provincia de Pontevedra), separados por 68 y 105 kilómetros respectivamente. Los tres son deficitarios y acumulan conjuntamente pérdidas por valor de 22 millones de euros al año, y la posición geográfica de la ciudad de Santiago le confiere una posición de dominación respecto a los otros dos aeropuertos, siendo el de más números de pasajeros anuales.

1. El aeropuerto de Santiago, es el que recibe más usuarios anualmente, pese a ser la quinta ciudad en número de habitantes. Recibe casi 2,1 millones de pasajeros al año y tiene un total de 28 destinos.
2. El aeropuerto de La Coruña acoge menos pasajeros que el de Santiago, no llega al millón al año, y además solo cuenta con 9 destinos habituales, de los cuales dos son internacionales, Lisboa y Londres.
3. El aeropuerto de Vigo, a pesar de ser la ciudad más habitada cuenta con la menor cantidad de usuarios de transporte aéreo de la comunidad, casi 700.000 pasajeros al año y tiene también 9 destinos habituales, de los cuales solo 2 son internacionales, Bolonia y Dublín.

Los tiempos de trayecto actuales a los aeropuertos comentados anteriormente respecto a las capitales de provincia en automóvil son los siguientes analizados en la tabla 26 a continuación.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto más cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
La Coruña	1.127.196	Si	la Coruña	12	12
Ourense	318.391		Santiago	91	67
Pontevedra	947.374	Si	Vigo	32	31
Lugo	339.386		la Coruña	100	60

Tabla 26: Aeropuertos más cercanos según provincia de Galicia y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.7.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Las principales líneas de alta velocidad de Galicia según capitales de provincia y ciudades importantes como Vigo y Santiago en función de la proximidad a los aeropuertos más cercanos son:

1. **Vigo-Pontevedra-Santiago**
2. **Lugo-La Coruña-Santiago**
3. **Ourense-Santiago**

4.7.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Teniendo en cuenta la optimización de los aeropuertos realizada anteriormente y distribuyendo los pasajeros al aeropuerto de Santiago mediante el uso de la Alta velocidad Ferroviaria, los nuevos tiempos de desplazamiento quedaría de la siguiente manera según la tabla 27.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
La Coruña	70	17	24	31	38	45	52
Ourense	100	23	30	36	43	50	57
Pontevedra	72	17	24	31	38	45	52
Lugo	170	36	43	50	56	63	70
Vigo	100	23	30	36	43	50	57
Santiago	17	12					

Tabla 27: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Galicia (Fuente: Elaboración propia)

En este caso, los tiempo de trayecto se reducirían en aquellas ciudades sin aeropuerto y aumentarían ligeramente en las que actualmente tienen una zona aeroportuaria.

4.8 Comunidad Valenciana

Está situada en la parte este de la península, justo debajo de Catalunya y por encima de Murcia, al oeste limita con Castilla la Mancha y Aragón y por el este con el Mar Mediterráneo, tal y como está indicado en la imagen 18 de abajo. Es una

comunidad fuertemente ligada con el mar, teniendo en sus costas el puerto con más tráfico de mercaderías del Estado español como es el puerto de Valencia.

Está dividida en tres provincias, Valencia, cuya ciudad principal es la capital de la comunidad, y cuenta con la mitad de la población, Castellón, al norte de Valencia, y Alicante, al sur de esta. En la imagen 19, vemos como está repartido el territorio de la Comunidad Valenciana.



Imagen 18: Ubicación Comunidad Valenciana



Imagen 19: Provincias de la Comunidad

4.8.1 Infraestructuras

4.8.1.1 Autovías

La comunidad Valenciana tiene una forma alargada con sus tres capitales de provincia prácticamente alineadas, por lo que la principal autovía une estas tres ciudades dándole una relevancia capital. Por lo que la principal arteria unificadora por carretera es la AP-7 o E-15 que va desde Castellón hasta Elche, pasando por Valencia y Alicante. Otra de las autovías importantes por su conexión con la capital del reino de España y que es necesaria comentar es la A-3 o E-901.

4.8.1.2 Aeropuertos

Esta comunidad cuenta con dos aeropuertos gestionados por Aena de cierta relevancia dentro del territorio español, además de aportar beneficios a las arcas, tiene un número elevado de pasajeros. Dichos aeropuertos son el de Valencia y el de Alicante.

1. El aeropuerto de Alicante es el cuarto con más usuarios de la península española, con un poco más de 10 millones de pasajeros y tiene 119 destinos.
2. El aeropuerto de Valencia es el sexto con más número de usuarios de la península con casi 5 millones de usuarios al año, además tiene 62 destinos habituales.

Las distancias y tiempos de viaje en automóvil hasta el aeropuerto más cercano quedan definidos en la tabla número 28 a continuación.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Aeropuerto más cercano actual	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Valencia	2.548.898	Si		10	11
Alicante	1.868.438	Si		11	14
Castellon	587.508		Valencia	76	50

Tabla 28: Aeropuertos más cercanos según provincia de la Comunidad Valenciana y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.8.1.3 Alta velocidad Ferroviaria

La forma de la comunidad también determina las líneas de alta velocidad, por lo que solo habrá una ruta que unifique todas las provincias.

1. Castellón-Valencia-Alicante

4.8.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

En este caso solo sería necesario conectar Castellón con Valencia mediante alta velocidad para acercar a los habitantes de esa provincia a algún aeropuerto importante. En este caso, el más próximo es Valencia por lo que solo se estudiará este caso. En la tabla 29 vemos los tiempos de viaje con alta velocidad desde el centro de las capitales de provincia hasta el aeropuerto más cercano.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Castellón	70	17	24	31	38	45	52
Valencia	10	10					
Alicante	11	10					

Tabla 29: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de la Comunidad Valenciana
 (Fuente: Elaboración propia)

He apuntado los viajes en Alta velocidad desde el centro de Valencia y Alicante a sus respectivos aeropuertos ya que atraerán pasajeros de otros aeropuertos y la conexión entre el centro y la zona aeroportuaria es necesaria.

4.9 Región de Murcia

La comunidad murciana se encuentra situada al sur de la península, entre Andalucía y la Comunidad Valenciana, delimitada por el norte con Castilla la mancha, y por el este con el mar Mediterráneo tal y como se puede apreciar en la imagen 20 de abajo. Es uniprovincial con capital la ciudad de Murcia, con un millón y medio de habitantes, de los cuales un tercio vive en la capital, y los otros habitantes están repartidos principalmente por los municipios de Lorca, Murcia, y Cartagena.



Imagen 20: Ubicación Región de Murcia

4.9.1 Infraestructuras

4.9.1.1 Autovías

A pesar de ser una región con una sola provincia, tiene otras dos ciudades de relativa importancia, como son Lorca y Cartagena que están perfectamente conectadas por autovía con la capital. Dichas autopistas son la A-7 que conecta Murcia con Lorca, y la A-30 que une Murcia con la costa del Mediterráneo, en concreto con la ciudad de Cartagena.

4.9.1.2 Aeropuerto

Solamente dispone de un aeropuerto, el de Murcia-San Javier, situado a 50 kilómetros de la capital, 35 minutos en automóvil. Es un aeropuerto principalmente turístico, con fuertes aumentos de viajes en las épocas vacacionales. Reúne a poca más de un millón de pasajeros al año y tiene 18 destinos a los que viajar.

4.9.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Todas las capitales de provincia del Estado español pertenecientes a la península tienen o tendrán una estación de alta velocidad. La línea principal para pasajeros aéreos, será la que unirá Murcia con Alicante, que es el aeropuerto más próximo separado por tan solo 75 kilómetros.

4.9.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Eliminando el aeropuerto de San Javier, los usuarios del transporte aéreo deberán desplazarse hasta Alicante, con unos tiempos de viaje indicados en la tabla 30 de a continuación.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Murcia	75	18	25	32	39	46	52

Tabla 30: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias de Murcia (Fuente: Elaboración propia)

4.10 Principado de Asturias

La comunidad asturiana está situada al norte de la península ibérica, entre Cantabria y Galicia. Al sur de esta se nos encontramos con Castilla y León y en el norte el mar Cantábrico u Océano Atlántico, tal y como está indicado en la imagen 21 de abajo. Tiene una sola provincia, con capital en Oviedo, mientras que su ciudad más poblada es Gijón.



Imagen 21: Ubicación del Principado de Asturias

4.10.1 Infraestructuras

4.10.1.1 Autovías

La red de carreteras de Asturias no es muy extensa debido a su pequeño tamaño, pero cuenta en su territorio con dos autovías principales. La A-8, que recorre toda la costa del Mar Cantábrico, desde San Sebastián hasta Galicia, pasando por Gijón, y la circunvalación de la A-66 que une Oviedo con Gijón.

4.10.1.2 Aeropuerto

Asturias cuenta con un aeropuerto situado en Santiago de Monte, a unos 50 kilómetros de Oviedo y de Gijón, alrededor de 40 minutos de viaje en automóvil. Tiene poco más de un millón de pasajeros anuales y cuenta con 17 destinos, 3 de los cuales son internacionales, Lisboa, Londres y París.

4.10.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Está planificada una línea que una toda la costa del Mar Cantábrico, a imagen de la autovía A-8, por lo que tanto Gijón como Oviedo estarán conectadas por este medio de transporte con Bilbao, ciudad con el aeropuerto más cercano.

4.10.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Los tiempos de viaje de las dos ciudades más relevantes de la comunidad están reflejados en la tabla 31.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Oviedo	310	62	69	76	83	90	97
Gijón	340	68	75	81	88	95	102

Tabla 31: Aeropuertos más cercanos según ciudad de Asturias y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

4.11 Comunidad Foral de Navarra

Navarra está situada al norte de la península, limita al norte con Francia, Al este con Aragón, al este con el País Vasco y al sur con La Rioja, tal y como podemos ver en la imagen 22. Es una comunidad uniprovincial de 636.142 habitantes, de los cuales la mitad aproximadamente viven en el área metropolitana de la capital, Pamplona.



Imagen 22: Ubicación Comunidad foral de Navarra

4.11.1 Infraestructuras

4.11.1.1 Autovías

Navarra debido a su cercanía y por historia tiene una gran conexión con el País Vasco, sus dos ejes de autovías más relevantes están relacionados con esa comunidad. Estas dos rutas de gran tráfico, son la A-10, que une Pamplona con Bilbao, pasando por Vitoria y la A-15 que une la capital con San Sebastián.

4.11.1.2 Aeropuerto

El único aeropuerto gestionado por Aena de la comunidad se encuentra a escasos 6 kilómetros en automóvil de Pamplona, tiene menos de 150.000 pasajeros anuales y apenas cuenta con un vuelo regular con Madrid.

4.11.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Como en las otras comunidades, la alta velocidad pasará por Pamplona. La línea que une con Bilbao, el aeropuerto más cercano, pasará por Vitoria.

1. Pamplona-Vitoria-Bilbao

4.11.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Los tiempos de viaje a Bilbao mediante AVE, quedan descritos en la tabla 32.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Pamplona	155	33	40	47	54	61	67

Tabla 32: Tiempos de viaje de Pamplona a Bilbao según paradas intermedias (Fuente: Elaboración propia)

4.12 Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid se encuentra en el centro de la península Ibérica, y es el centro de todas la infraestructuras del país, que tienen un recorrido radial. Se encuentra situada entre Castilla y León, al noroeste, y Castilla y la Mancha al sureste, tal y como se puede apreciar en la imagen 23. Tiene casi 6,5 millones de habitantes, la

segunda comunidad de España en tamaño de población solo por detrás de Catalunya. Su ciudad principal es Madrid, la capital de la comunidad y del país.



Imagen 23: Ubicación Comunidad de Madrid

4.12.1 Infraestructuras

4.12.1.1 Autovías

La red de carreteras es radial, por lo que las principales autovías y carreteras nacionales pasan por esta comunidad

4.12.1.2 Aeropuertos

Tiene dos aeropuertos gestionados por Aena, Madrid-Adolfo Suárez y Madrid cuatro vientos, aunque este últimos solamente se utiliza para aviones ligeros.

1. El aeropuerto Adolfo Suárez es el que tiene mayor tráfico de pasajeros, alrededor de 42 millones de usuarios anuales, y tiene 195 destinos diferentes.

4.12.1.3 Alta velocidad ferroviaria

La red de alta velocidad española también es radial, por lo que prácticamente todas las líneas pasan por la capital del reino.

4.13 País Vasco

La comunidad vasca, o Euskadi es una de las regiones más ricas de España, gracias en gran parte al sector industrial. Se encuentra ubicada al norte de la península, entre Cantabria y Navarra. Al sur tiene a La Rioja, y en el norte el Mar Cantábrico, en la imagen 24 podemos ver su ubicación dentro del Estado español. A

pesar de ser una comunidad bastante pequeña, la tercera en tamaño, está dividida en tres provincias, Vizcaya, cuya capital es Bilbao, Guipúzcoa, con capital en San Sebastián y Alaba, con capital en Vitoria, en la imagen 25 podemos apreciar la distribución del territorio de las tres provincias.



Imagen 24: Ubicación del País Vasco



Imagen 25: Provincias del País Vasco

4.13.1 Infraestructuras

4.13.1.1 Autovías

Euskadi tiene tres vías principales que conectan las tres capitales de provincia, la E-70 que va desde Francia hasta Cantabria, pasa por San Sebastián y por Bilbao, la E-804 que une Bilbao con Vitoria y la AP-1 que conecta San Sebastián con la capital de Alaba, Vitoria.

4.13.1.2 Aeropuertos

Tiene tres aeropuertos gestionados por Aena, uno en cada provincia.

1. El aeropuerto de Bilbao es el de mayor tráfico de pasajeros, con un total de un poco más de 4 millones de usuarios al año. El número de destinos también es el más elevado, situándose en 45.
2. El aeropuerto de San Sebastián es el segundo en número de pasajeros, con una cifra muy inferior a la de Bilbao y situándose en torno a los 250.000 usuarios al año. Tiene 15 destino habituales.
3. El aeropuerto de Vitoria es el más pequeño y solamente congrega en torno a los 7.000 pasajeros al año, aunque es un aeropuerto muy importante para el transporte de mercaderías.

Los tiempos actuales de desplazamiento del centro de la ciudad al aeropuerto en automóvil son los siguientes expuestos en la tabla 33.

Ciudad	Habitantes	Aeropuerto	Distancia coche (km)	Tiempo coche (min)
Vitoria	321.932	Si	10	10
Bilbao	1.155.772	Si	12	10
San Sebastian	709.607	Si	21	22

Tabla 33: Aeropuertos más cercanos según provincia del País Vasco y tiempo de viaje en automóvil (Fuente: Elaboración propia)

El país Vasco cuenta con la denominada línea V vasca, que une las tres principales ciudades de la comunidad, de manera que tiene 3 líneas para desplazarse entre ellas.

1. **Bilbao-San Sebastián**
2. **San Sebastián-Vitoria**
3. **Vitoria-Bilbao**

4.13.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Como se ha comentado anteriormente, Bilbao es el aeropuerto más grande y está situado estratégicamente para recibir usuarios de otras comunidades, por lo que es indispensable que siga operativo. Los dos otros dos aeropuertos, debido a su escasez de usuarios, y a la unión en alta velocidad al aeropuerto de Bilbao son prescindibles. Los tiempos de viaje en ferrocarril de alta velocidad quedarían de la siguiente manera según la tabla 34.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Vitoria	66	16	23	30	37	44	51
Bilbao	10	10					
San Sebastián	119	26	33	40	47	54	61

Tabla 34: Tiempos de viaje a aeropuerto más cercano según paradas intermedias del País Vasco (Fuente: Elaboración propia)

4.14 Cantabria

La comunidad cántabra es la segunda de menor tamaño, está situado al norte de la península, entre Asturias y el País Vasco, en el sur limita con Castilla y León, y en el norte con el Mar Cantábrico, tal y como se puede apreciar en la imagen 26. Es una comunidad uniprovincial con 591.888 habitantes, con capital en Santander.



Imagen 26: Ubicación de Cantabria

4.14.1 Infraestructuras

4.14.1.1 Autovías

Las principales vías para uso exclusivo de automóviles son la autovía A-8 que recorre la costa norte de España, uniendo Francia con Galicia, pasando por Santander, y la A-67, con origen en la capital de Cantabria hasta Aguilar del Campo.

4.14.1.2 Aeropuertos

Cantabria tiene un aeropuerto en Santander con un volumen ligeramente inferior a los 900.000 pasajeros y con 15 destinos, 9 de los cuales son internacionales.

4.14.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Por Santander está previsto que circulen dos líneas de alta velocidad que unirán la comunidad con las ciudades de Palencia y con Bilbao.

4.14.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

Eliminando el aeropuerto de Santander, los cántabros podrán desplazarse al aeropuerto más cercano que será Bilbao, a una distancia de unos 108 kilómetros, los

tiempos de desplazamiento según las posibles paradas intermedias se pueden ver en la tabla 35 a continuación.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Santander	108	24	31	38	45	52	59

Tabla 35: Tiempos de desplazamiento según paradas intermedias des de Santander hasta Bilbao (Fuente: Elaboración propia)

4.15 La Rioja

Es la comunidad con menor superficie del territorio español en la península Ibérica, tiene apenas 5.045km², que representa un 1% del total de superficie de España. Está situada en el norte de España, limitada por el noreste por Navarra, con el País vasco por un pequeño tramo del norte, con Aragón por otro pequeña zona en el este y con Castilla y León por el suroeste, tal y como se puede ver en la imagen 27. Además es la comunidad con menos población del territorio con tan solo 317.053 habitantes, y su capital es la ciudad de Logroño.



Imagen 27: Ubicación de la Rioja

4.15.1 Infraestructuras

4.15.1.1 Autovías

La principal vía de comunicación por transporte terrestre es la autopista AP-68, que conecta la capital, Logroño con Zaragoza. Otra de las autovías que discurren por su territorio es la A-12, uniendo Logroño con Pamplona.

4.15.1.2 Aeropuertos

A pesar de su pequeño tamaño dispone de un aeropuerto en Logroño con apenas 13.000 usuarios al año, y con un solo destino regular, Madrid. El aeropuerto se encuentra a 18 kilómetros de la capital y a unos 18 minutos en automóvil.

4.15.1.3 Alta velocidad ferroviaria

Está prevista la llegada del AVE a Logroño, hecho que facilitaría el transporte a la ciudad más cercana con un aeropuerto importante que es Bilbao. La línea que unirá la capital riojana y el capital vasca pasara por Vitoria.

4.15.2 Tiempos de viaje con aeropuerto

El tiempo de viaje de Logroño al aeropuerto de Bilbao esta descrito en función de las posibles paradas intermedias en la tabla 36.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)					
		Paradas intermedias					
		0	1	2	3	4	5
Logroño	154	33	40	47	53	60	67

Tabla 36: Tiempos de desplazamiento según paradas intermedias des de Logroño a Bilbao (Fuente: Elaboración propia)

5 Resumen y conclusiones

5.1 Tiempos de acceso a aeropuertos

Con la optimización de los aeropuertos, mediante conexión en alta velocidad de las principales capitales de provincia nos aseguraremos que las ciudades tengan un aeropuerto importante a menos de 400 kilómetros, a excepción de Badajoz que está a 401 kilómetros, que dependiendo del número de paradas, el tiempo de acceso al aeropuerto des del centro variaría en 79 minutos para una conexión directa, hasta los

114 minutos (casi dos horas) para un trayecto con 5 paradas intermedias, para la ciudad de Badajoz, es la que está más distanciada de su aeropuerto principal.

En la tabla 37 a continuación están descritos todos los tiempos de acceso a los 8 aeropuertos que deberán seguir operando para el transporte de pasajeros.

Ciudad	Distancia km	Tiempo (min)						Aeropuerto
		Paradas intermedias						
		0	1	2	3	4	5	
Guadalajara	58	15	22	29	35	42	49	Madrid
Vitoria	66	16	23	30	37	44	51	Bilbao
La Coruña	70	17	24	31	38	45	52	Santiago
Castellón	70	17	24	31	38	45	52	Valencia
Toledo	71	17	24	31	38	45	52	Madrid
Pontevedra	72	17	24	31	38	45	52	Santiago
Murcia	75	18	25	32	39	46	52	Alicante
Tarragona	98	22	29	36	43	50	57	Barcelona
Segovia	100	23	30	36	43	50	57	Madrid
Girona	100	23	30	36	43	50	57	Barcelona
Ourense	100	23	30	36	43	50	57	Santiago
Vigo	100	23	30	36	43	50	57	Santiago
Huelva	103	23	30	37	44	51	58	Sevilla
Santander	108	24	31	38	45	52	59	Bilbao
San Sebastián	119	26	33	40	47	54	61	Bilbao
Cádiz	125	27	34	41	48	55	62	Sevilla
Córdoba	138	30	37	44	50	57	64	Sevilla
Granada	139	30	37	44	51	58	64	Málaga
Teruel	145	31	38	45	52	59	66	Valencia
Ávila	154	33	40	47	53	60	67	Madrid
Logroño	154	33	40	47	53	60	67	Bilbao
Pamplona	155	33	40	47	54	61	67	Bilbao
Lleida	156	33	40	47	54	61	68	Barcelona
Burgos	158	34	40	47	54	61	68	Bilbao
Lugo	170	36	43	50	56	63	70	Santiago
Albacete	171	36	43	50	57	64	70	Alicante
Cuenca	190	40	46	53	60	67	74	Madrid
Valladolid	193	40	47	54	61	68	75	Madrid

Ciudad Real	202	42	49	56	62	69	76	Madrid
Jaén	209	43	50	57	64	71	78	Málaga
Almería	219	45	52	59	66	73	79	Málaga
Soria	231	47	54	61	68	75	82	Madrid
Palencia	240	49	56	63	70	76	83	Madrid
Zamora	248	50	57	64	71	78	85	Santiago
Salamanca	274	55	62	69	76	83	90	Madrid
Zaragoza	296	59	66	73	80	87	94	Barcelona
Cáceres	297	60	66	73	80	87	94	Madrid
Oviedo	310	62	69	76	83	90	97	Bilbao
León	333	66	73	80	87	94	101	Madrid
Gijón	340	68	75	81	88	95	102	Bilbao
Huesca	368	73	80	87	94	100	107	Barcelona
Badajoz	401	79	86	93	100	107	114	Madrid

Tabla 37: Tiempo de acceso a aeropuertos más cercanos según paradas intermedias(Fuente: Elaboración propia)

5.2 Costes de optimización

Para llevar a cabo estas medidas, es necesaria en primer lugar que están finalizadas todas las líneas de alta velocidad ferroviaria planificadas con una estación en cada capital de provincia.

En segundo lugar será necesaria la construcción de enlaces entre los ocho aeropuertos operativos y las estaciones de AVE de las ciudades.

5.2.1 Enlaces entre centros de ciudades y aeropuertos

5.2.1.1 Madrid

La estación de Atocha y el aeropuerto están separados por menos de 8 kilómetros en línea recta. El nuevo enlace deberá ser por debajo tierra ya que por encima se encuentra el grueso de la ciudad, constituido por carreteras y edificios. Actualmente existe conexión ferroviaria entre ambos puntos estratégicos de la ciudad. Se puede llegar al aeropuerto mediante trenes de cercanías de la línea C1 o con el metro de Madrid, aunque los tiempos de servicio son de unos 30 minutos aproximadamente, siendo demasiado elevados en relación a los tiempos de viaje que hay entre las diferentes ciudades del país. Desde el 2011 está en estudio unir el

aeropuerto con la estación de Atocha y de Chamartín con la alta velocidad, pero aún no está aprobada por el Gobierno.

La mejor solución sería construir una nueva línea entre Atocha y el aeropuerto lo más recta posible de manera que los viajeros de las otras ciudades que tengan que desplazarse para utilizar los servicios aéreos no se vean perjudicados por los aumentos de tiempo que se producirían al cambiar de servicio ferroviario (de alta velocidad a cercanías) y por no ser esta última una conexión directa, sino que tiene bastantes paradas intermedias que conllevan tiempos de viaje de alrededor de 30 minutos.

En la imagen 28 vemos el posible recorrido que debería tener la nueva línea de 8 kilómetros.

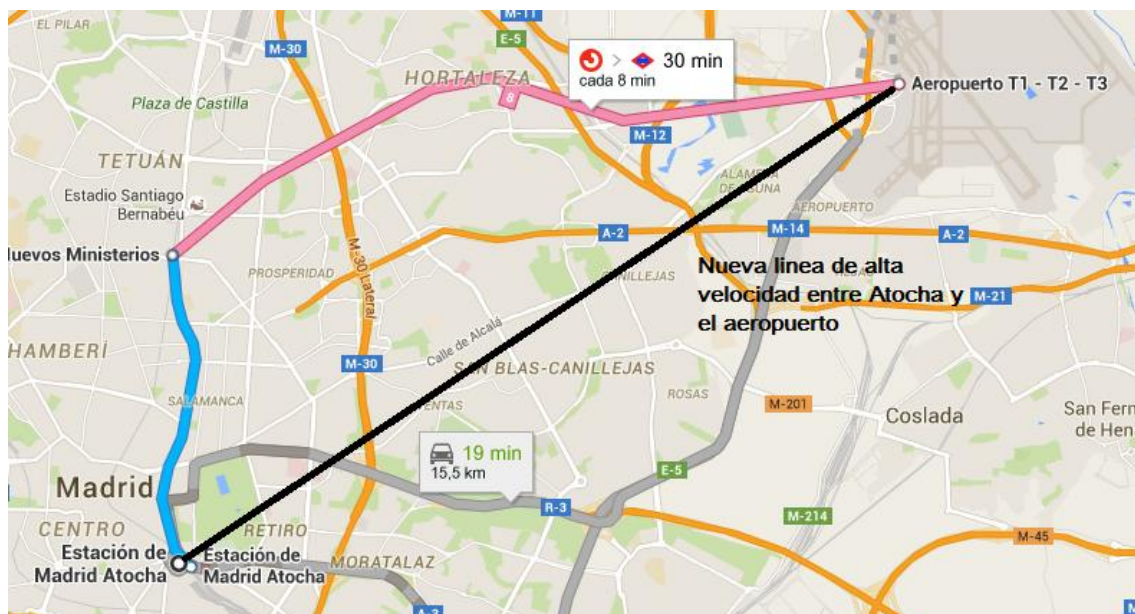


Imagen 28: Enlace entre Atocha y el aeropuerto Adolfo Suárez

5.2.1.2 Barcelona

Desde hace unos meses se inauguró la línea de metro que une el aeropuerto con la ciudad. Es una línea destinada casi exclusivamente a los ciudadanos de la ciudad condal y a los viajeros que desean pasar unos días a la ciudad. En este caso también sería precisa la construcción de una nueva línea que uniera dos de los puntos estratégicos, hablando del mundo del transporte, más importantes de la ciudad. Si

tenemos en cuenta a los pasajeros del resto de la comunidad y de las provincias más cercanas que mediante la optimización deberían usar este aeropuerto es necesaria una conexión más eficiente entre ambos puntos.

En este caso, debido a la proximidad del trazado de la línea de alta velocidad que une Tarragona con Barcelona, no sería necesario construir una nueva línea. Existen dos alternativas posibles.

La primera sería modificar el trazado de la línea Tarragona Barcelona conectándola directamente con el aeropuerto. Dicha modificación puede verse en la imagen 29 a continuación, y se verían afectados unos 10 kilómetros. Una de las particularidades a tener en cuenta para este nuevo tramo es que no sería necesario hacerla por debajo del suelo, por lo que los costes serían mucho más bajos en relación a los de Madrid.



Imagen 29: Modificación trazado AVE Tarragona-Barcelona

La segunda actuación, con una inversión bastante menor sería la de construir una estación en las cercanías del aeropuerto sin modificar el trazado actual y trasladar a los pasajeros con un bus lanzadera, debido a la proximidad entre ambos. En la imagen 30 vemos el trayecto y las distancias que hay entre ambos inferiores a 3 kilómetros y con un tiempo de viaje de menos de 10 minutos.



Imagen 30: Ubicación estación AVE alternativa 2

5.2.1.3 Valencia

En la ciudad de Valencia existe conexión mediante Metro entre el centro y el aeropuerto tal y como se puede apreciar en la imagen 31. En este caso debido a la poca frecuencia entre trenes se podría adaptar la línea para el uso de la alta velocidad teniendo en cuenta que debido a la corta longitud, menos de 10 kilómetros, entre ambos puntos sería imposible alcanzar las velocidades comerciales habituales en largos trayectos. Aun así, con una conexión directa los tiempos de viaje se verían reducidos en un 70%, siendo estos de unos 10-15 minutos entre el centro y el aeropuerto. Los costes de adaptar la vía serían menores que la construcción de una nueva línea por lo que se optaría por esta solución.



Imagen 31: Recorrido Metro Valencia, Joaquín Sorolla-Aeropuerto de Valencia

5.2.1.4 Málaga

En la ciudad capital de la Costa del Sol, no existe conexión ferroviaria que conecte ambos puntos de la geografía andaluza, por lo que sería necesario construir una nueva línea.

La nueva línea cuya ruta vemos en la imagen 32, debería ser subterránea ya que atraviesa buena parte del casco urbano de la ciudad, además de tener que superar la desembocadura del río Guadalhorce. La longitud de la nueva línea sería de 9 kilómetros y también debería construirse una estación en el aeropuerto para recibir a los trenes y pasajeros.

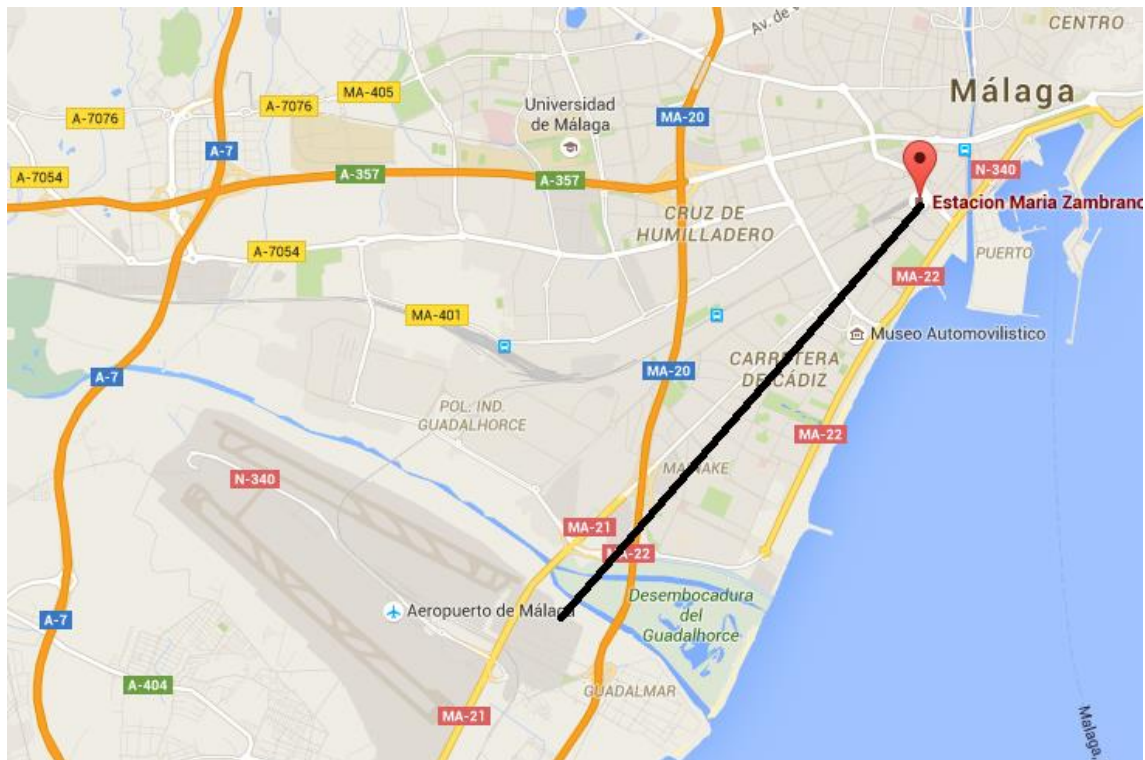


Imagen 32: Enlace de alta velocidad entre el centro de Málaga y el aeropuerto

5.2.1.5 Sevilla

En la capital andaluza tampoco existe enlace ferroviario entre el centro y el aeropuerto por lo que debería construirse uno que conecte la principal estación ferroviaria Santa Justa con el aeropuerto de Sevilla separados por 8 kilómetros, además de la estación, tal y como veremos en la imagen 33. La nueva línea, al tener que superar el casco urbano de la ciudad también tendría que ser subterránea, incrementando los costes en relación a las líneas en superficie.

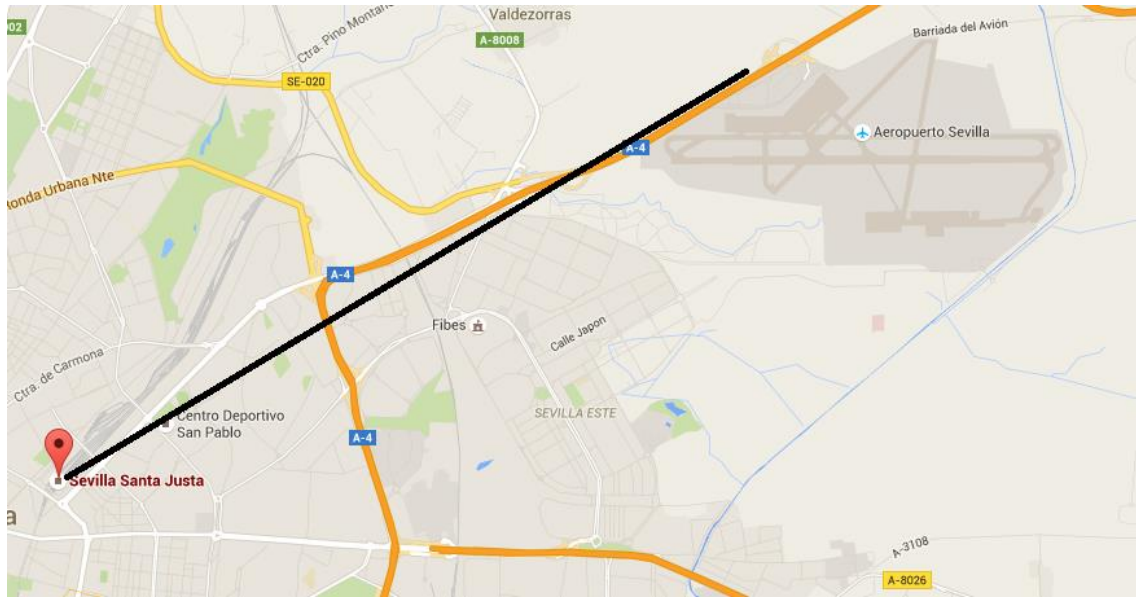


Imagen 33: Enlace de alta velocidad entre el centro de Sevilla y el aeropuerto

5.2.1.6 Bilbao

El caso de la capital vasca es el mismo de los dos anteriores. No dispone de conexión ferroviaria con el aeropuerto por lo que sería necesaria la construcción de un enlace entre ambos puntos. En línea recta están separados por una longitud de 6 kilómetros, por lo que la inversión sería menor que en los casos anteriores. En la imagen 34 vemos el trazado de la línea, que al tener que atravesar gran parte de la ciudad debería subterránea y además superar la ría de Nervión.

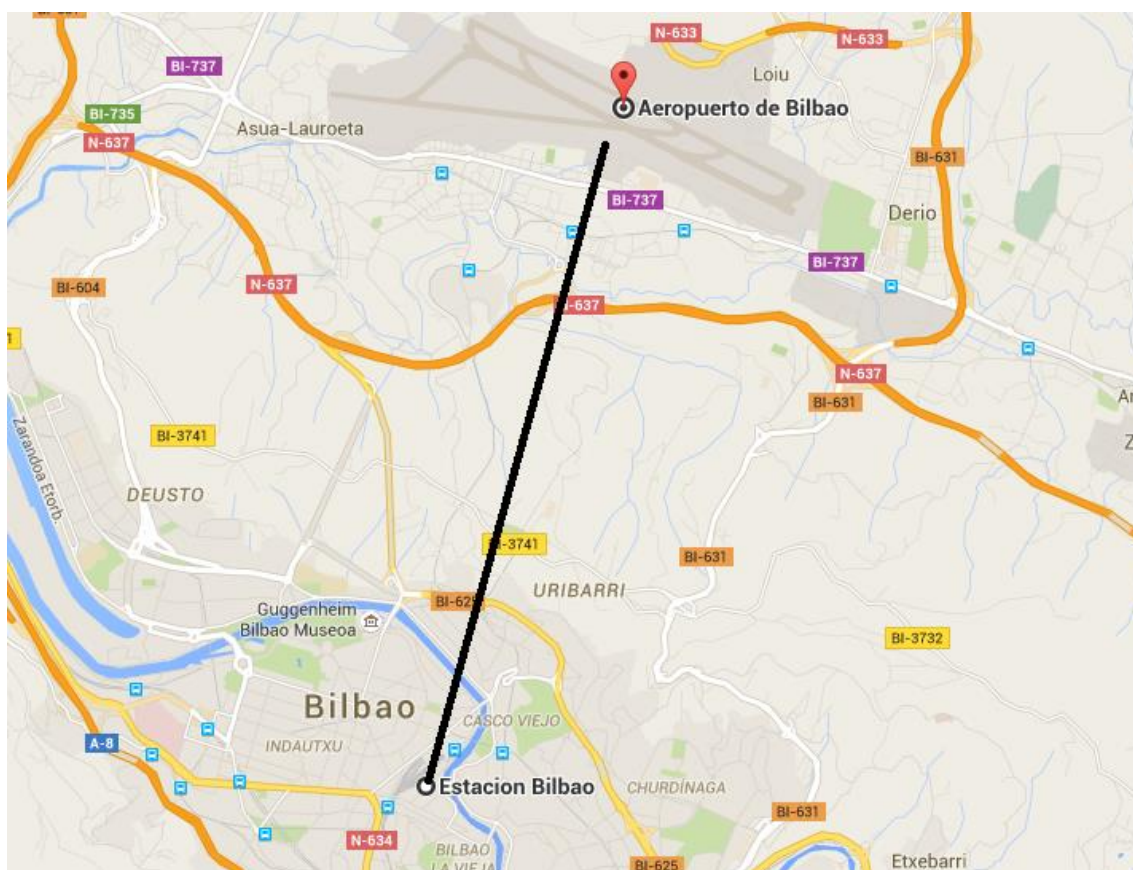


Imagen 34: Enlace de alta velocidad entre el centro de Bilbao y el aeropuerto

5.2.1.7 Santiago

La capital gallega tiene los mismos problemas que las tres ciudades anteriores. La estación de AVE Dialoga está a 13 kilómetros del aeropuerto, pero en este caso no tiene que atravesar todo el casco urbano de la ciudad por lo que la conexión podría hacerse a través de una línea al aire libre en gran parte del recorrido, reduciendo considerablemente los costes. En la imagen 35 vemos el trazado de la nueva línea, y de la estación.

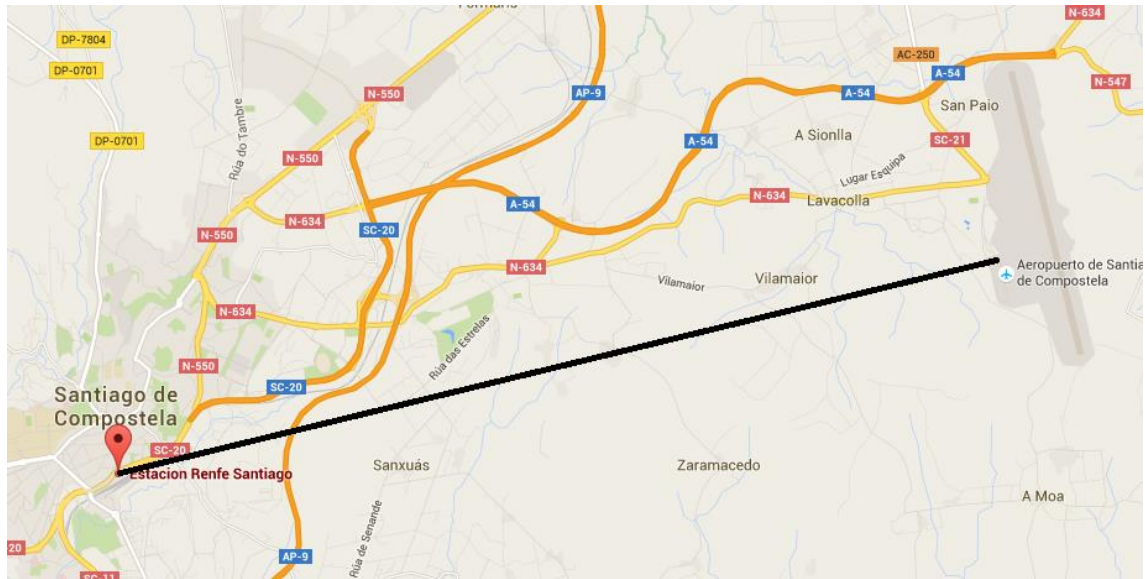


Imagen 35: Enlace de alta velocidad entre el centro de Santiago y el aeropuerto

5.2.1.8 Alicante

El aeropuerto de Alicante-Elche se encuentra a unos 10 kilómetros en línea recta de la estación de AVE de la ciudad.

En este caso se podría aprovechar el trazado planificado de AVE que conecta Murcia con Alicante y realizar una pequeña modificación para que pase por el aeropuerto y así tener conectada la estación Terminal Alicante con el aeropuerto. La modificación del trazado al no estar construido aún sería muy pequeña y tan solo debería construirse una estación en las inmediaciones del aeropuerto. En la imagen 36 vemos el trazado entre el aeropuerto y la estación.

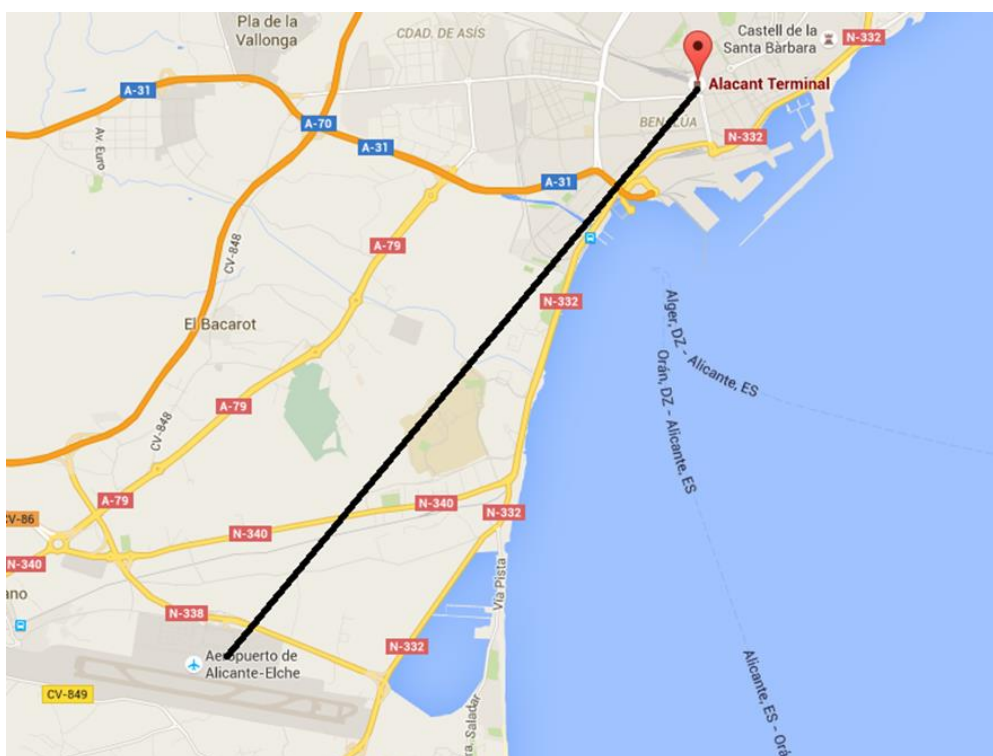


Imagen 36: Modificación recorrido AVE entre Alicante y Murcia con para intermedia en el aeropuerto de Alicante-Elche

5.3 Coste de los enlaces

Ciudad	Estación	Distancia (km)	Coste (millones de €)
Madrid	Atocha	16,5	825
Barcelona	Sants	0	12
Valencia	Joaquín Sorolla	0	25
Alicante	Alicante-Terminal	0	12
Santiago	Dialoga	13	325
Sevilla	Santa Justa	8	400
Málaga	María Zambrano	9	450
Bilbao	Abando	6	300
Total		52,5	2.339

Tabla 38: Coste de construcción enlaces a aeropuertos (Fuente: Elaboración propia)

El coste de construcción de los enlaces costaría alrededor de 2.339 millones de euros, considerando la construcción de túneles y de las estaciones necesarias.

Si tenemos en cuenta las pérdidas anuales de los aeropuertos cerrados, estas ascienden a 151 millones de € al año. Sin tener en cuenta el posible beneficio de la venta de estos a aerolíneas privadas. En 15 años se amortizarían los nuevos enlaces y sus estaciones.

Otro factor a tener en cuenta, es el aumento de los beneficios de los aeropuertos que seguirán operando, ya que verán aumentados considerablemente sus vuelos y el número de usuarios, permitiendo reducir los costes fijos para cada pasajero, y aumentando en consecuencia los beneficios de los aeropuertos.

Por otro lado, los aeropuertos cerrados pueden ser una oportunidad para algunas aerolíneas que quieran aeropuertos exclusivos para ellos, como podría ser el caso del aeropuerto de Girona cuya propiedad podría interesar a alguna de las aerolíneas que operan ahí en ese momento, obteniendo unos beneficios extraordinarios que podría financiar parte de los costes de los nuevos servicios de alta velocidad que quedan por construir.

6 Conclusiones

La apuesta por la alta velocidad es una realidad y condicionará al resto de infraestructuras de transporte del estado. Como hemos visto anteriormente España es un país con unas redes de transporte muy extendidas y sobredimensionadas en relación a la superficie y al número de habitantes, respecto a las grandes potencias económicas del mundo. Es necesario una optimización de los recursos, sin que los usuarios se vean afectados e intentando beneficiar a la población de esta gran red de transportes sin hipotecar el futuro en cuanto a recursos del país.

La construcción de las líneas de alta velocidad que unirán a todo el país ha supuesto hasta el momento una inversión alrededor de los 60.000 millones de euros. Actualmente ya hay operativos unos 2700 km y algunas líneas no son rentables económicamente. Se hace difícil entrever que las que quedan por construir lo vayan a ser, por lo que es necesario que se aplique una estrategia para incentivar el uso de este transporte.

Si se consigue enlazar los aeropuertos con los centros de las ciudades y se mejoran los desplazamientos desde las provincias que quedarían sin aeropuertos el tráfico en las líneas de alta velocidad aumentaría y en consecuencia su rentabilidad, teniendo en cuenta que los costes de esta optimización serían de alrededor de 2400 millones de euros que comparados con el coste del total de líneas de alta velocidad construidas y por construir son muy pequeños.

Por otro lado, al incentivar a los 8 aeropuertos propuestos, mejoraremos los resultados de estos e incrementaremos la importancia internacional que pueden tener actualmente, aumentando número de vuelos y en consecuencia número de turistas, de manera que la economía española, dependiente del turismo en gran parte, tendría un impulso muy necesario viendo los problemas económicos que existen actualmente.

7 Bibliografía

1. FERROPEDIA. <http://www.ferropedia.es>
2. ADIF (2015): *Memoria Económica*. Ejercicio 2014. Madrid: Adif
3. AEROPUERTOS. <http://www.aeropuertos.net>
4. AENA. <http://www.aena.com>
5. RENFE. <http://www.renfe.es>
6. UIC. <http://www.uic-environment.org>
7. MINISTERIO DE FOMENTO. <http://www.fomento.gob.es>
8. Albert Lahuerta, (2014) Tesina: *Aeropuertos españoles: ¿Inversiones sin sentido?*, UPC commons
9. Andrés López Pita, (2014). *Líneas de ferrocarril de alta velocidad*, Barcelona: Garceta grupo editorial
10. Alberto García Álvarez, Iñaki Barrón de Angoití, Fernando Puente Domínguez y M^a Pilar Martín Cañizares, (2013) *Alta velocidad en España: líneas y trenes de*, Vía Libre
11. WIKIPEDIA. <http://www.wikipedia.com>
12. José Luis Villa, (2013) *Renfe en el diván. De la autarquía a la Alta Velocidad*, Madrid: Noesís
13. DOCUTREN. <http://www.docutren.com>
14. INE. <http://www.ine.es>
15. Comisión de estudio del tren D (2011). *Shinkansen: El tren de alta velocidad en Japón*, Madrid: Fundación de los ferrocarriles
16. Andrés López Pita, (2003). *Alta velocidad y conexiones aeroportuarias*, Barcelona: Ediciones UPC
17. Javier Campos Méndez, Ginés de Rus Mendoza, Ignacio Barrón de Angoití (2009). *El transporte ferroviario de alta velocidad: Una visión económica*. Madrid: Fundación BBVA